

Kontextabhängiger Erwerb von Arten- und Formenkenntnissen im Biologieunterricht des Gymnasiums

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)
der Naturwissenschaftlichen Fakultät III
Biologie und Vorklinische Medizin
der Universität Regensburg

vorgelegt von
Helmut Goller aus Trostberg
2001

Promotionsgesuch eingereicht am:

12. November 2001

Tag der mündlichen Prüfung:

18. März 2002

Die Arbeit wurde angeleitet von:

PD Dr. habil. Bernhard Starosta

Prüfungsausschuss:

Prof. Dr. Jürgen Heinze

PD Dr. habil. Bernhard Starosta

Prof. Dr. Klaus Kalb

Prof. Dr. Bernd Kramer

Prof. Dr. Kai Hansen

BISHERIGE PUBLIKATION DER ERGEBNISSE:

(Stand: Oktober 2001)

STAROSTA B. & GOLLER H. (2001): Erwerb von Formenkenntnissen unter situierten Lernbedingungen im Biologieunterricht. Vortrag und Paper vom 18.09.2001 anlässlich der Didaktik Fachtagung des VdBiol, Rendsburg.

STAROSTA B. & GOLLER H. (2001): Kontextabhängiger Erwerb von Arten- und Formenkenntnissen im Biologieunterricht des Gymnasiums. Ergebnisse einer empirischen Untersuchung. Vortrag und Handout vom 11.07.2001 vor der Arbeitsgruppe Lehr-Lern-Forschung der Universität Regensburg.

Zum Sprachgebrauch:

Ich bitte die Leserinnen und Leser um Verständnis dafür, dass ich für die Gesamtheit angesprochener Schülerinnen und Schüler stets nur die männliche Form „Schüler“ verwendet habe. Es schien mir für den Leseductus förderlicher. Für die Erläuterung geschlechtsabhängiger Effekte werden die Bezeichnungen „Jungen“ und „Mädchen“ verwendet.

Die Bezeichnung „Schüler“ meint also in der folgenden Untersuchung Schülerinnen und Schüler in gleicher Weise. Gleiches gilt für den Begriff „Lehrer“.

DANKSAGUNG

Mein besonderer Dank gebührt Herrn Dr. habil. Bernd Starosta, der es mir ermöglichte, ein
derart spannendes und praxisnahes Forschungsprojekt zu bearbeiten.
Ich danke Herrn Starosta ferner für das Vertrauen, das er mir bei dieser Arbeit entgegengebracht
hat, für sein Interesse, seine Anregungen und seine Diskussionsbereitschaft.

Herzlich bedanken möchte ich mich auch bei

Frau Annette Manz und den übrigen Mitarbeitern am Institut für Didaktik der Biologie
Herrn Stefan Buchhauser vom Fotolabor
Frau Prof. Dr. Lore Hoffmann von der Universität Kiel
Herrn Ministerialrat Dr. Städele vom Bayerischen Staatsministerium für Unterricht und Kultus
Herrn OStD Heinz Dlugosch und Herrn OStR Hans Prinzing vom Gymnasium Traunreut
Herrn OStD Herrmann Anglhuber und Herrn OStD Robert Baumeister,
Herrn StR Stefan Ippenberger, Herrn StR Lars Nielsen, Herrn OStR Karl-Heinz Schessl
und Herrn StR Hans Wasner vom Gymnasium Trostberg
Frau Susanne Trautwein vom Wasserwirtschaftsamt in Traunstein
Frau Ruth Kornherr

Nicht zuletzt möchte ich meinen Eltern danken, ohne deren Unterstützung mein Studium nicht
möglich gewesen wäre und die mich immer wieder dazu ermuntert haben,
eine Promotion anzustreben,
und meiner Frau, die dank meines Promotionsvorhabens seit unserem Kennenlernen Opfer
meines chronischen Zeitmangels und meiner cholerischen Art wurde!

INHALTSVERZEICHNIS:

ABSTRACT	S. 11
1 EINLEITUNG	S. 13
2 PROBLEMSTELLUNG	S. 15
2.1 Untersuchungshypothese	S. 15
2.2 Zielsetzung der Untersuchung	S. 16
3 STAND DER FORSCHUNG	
3.1 Stand der Forschung zum Interesse an Pflanzen und Tieren	S. 17
3.2 Untersuchungen zum formenkundlichen Wissensstand	S. 19
3.3 Untersuchungen zum kontextabhängigen Lernen in den Naturwissenschaften	S. 21
4 THEORETISCHE IMPLIKATION DES UNTERSUCHUNGSGEGENSTANDES	
4.1 Zur Bedeutung des situierten Lernens und seiner Berücksichtigung in den Didaktiken der Naturwissenschaften	S. 23
4.2 Definition der Begriffe Arten- und Formenkenntnis	S. 25
4.3 Epistemologische Begründung der Bedeutung der Arten- und Formenkenntnis in der Biologie und im Biologieunterricht	S. 27
4.4 Auswahl der Kontexte	S. 30
4.5 Pflanzliche und tierische Formen des Lebensraums Aue	
4.5.1 Allgemeine ökologische Kennzeichen des Lebensraums Aue	S. 31
4.5.2 Spezifische ökologische Kennzeichen der Alzaue im Raum Traunstein	S. 45

5	PLANUNG UND DURCHFÜHRUNG	
5.1	Das Untersuchungsdesign	S. 58
5.2	Durchführung der Voruntersuchung	
5.2.1	Analyse des kontextbezogenen Interesses an pflanzlichen und tierischen Formen	S. 61
5.2.2	Anfallende Stichprobe	S. 62
5.2.3	Fragebögen zur Analyse des kontextbezogenen Interesses	S. 63
5.3	Hauptuntersuchung, Teil 1: Evaluation des Einflusses unterschiedlicher Kontexte auf den Erwerb formenkundlichen Wissens	
5.3.1	Zielsetzung	S. 65
5.3.2	Konzeption des formenkundlichen Unterrichts	S. 65
5.3.3	Anfallende Stichprobe	S. 74
5.3.4	Test zur Ermittlung des formenkundlichen Wissens	S. 75
5.3.5	Überprüfung der Versuchsgruppen auf Vergleichbarkeit	S. 76
5.3.6	Evaluation der formenkundlichen Lerngewinne und Behaltenseffekte	S. 77
5.4	Hauptuntersuchung, Teil 2: Evaluation des Einflusses des Lernorts auf den Erwerb formenkundlichen Wissens in lebensweltlichem Kontext	
5.4.1	Zielsetzung	S. 78
5.4.2	Konzeption des formenkundlichen Unterrichts	S. 78
5.4.3	Anfallende Stichprobe	S. 81
5.4.4	Test zur Ermittlung des formenkundlichen Wissens	S. 81
5.4.5	Überprüfung der Versuchsgruppen auf Vergleichbarkeit	S. 82
5.4.6	Evaluation der formenkundlichen Lerngewinne und Behaltenseffekte	S. 83
5.5	Hauptuntersuchung, Teil 3: Evaluation des Effekts kombinierter Kontexte auf den Erwerb formenkundlichen Wissens	
5.5.1	Zielsetzung	S. 84
5.5.2	Konzeption des formenkundlichen Unterrichts	S. 84
5.5.3	Anfallende Stichprobe	S. 92
5.5.4	Test zur Ermittlung des formenkundlichen Wissens	S. 93
5.5.5	Überprüfung der Versuchsgruppen auf Vergleichbarkeit	S. 93
5.5.6	Evaluation der formenkundlichen Lerngewinne und Behaltenseffekte	S. 94

5.6	Datenverarbeitung	
5.6.1	Datenerhebung	S. 95
5.6.2	Datenaufbereitung	S. 95
5.6.3	Datenanalyse	S. 96
5.6.4	Darstellung der Ergebnisse	S. 97
6	ERGEBNISSE	S. 99
6.1	Ergebnisse der Voruntersuchung	S. 100
6.1.1	Kontextabhängiges Interesse an pflanzlichen und tierischen Formen	S. 100
6.1.2	Geschlechtsspezifisches kontextabhängiges Interesse an pflanzlichen und tierischen Formen	S. 102
6.1.3	Jahrgangsspezifisches kontextabhängiges Interesse an pflanzlichen und tierischen Formen	S. 104
6.1.4	Zusammenfassung und Interpretation der Kontextanalyse	S. 106
6.2	Ergebnisse der Hauptuntersuchung, Teil 1	S. 108
6.2.1	Kontextabhängige formenkundliche Lerngewinne und Behaltenseffekte	S. 109
6.2.2	Kurz- und längerfristige relative formenkundliche Lernzuwächse in unterschiedlichen Kontexten	S. 112
6.2.3	Vergleich der formenkundlichen Lerngewinne und Behaltenseffekte von Jungen und Mädchen	S. 114
6.2.4	Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse, Teil 1	S. 117
6.3	Ergebnisse der Hauptuntersuchung, Teil 2	S. 118
6.3.1	Einfluss der Lernorte „Freiland“ und „Klassenzimmer“ auf den Erwerb formenkundlichen Wissens und auf Behaltenseffekte in lebensweltlichem Kontext	S. 119
6.3.2	Einfluss der Lernorte auf kurz- und längerfristige relative formenkundliche Lernzuwächse in lebensweltlichem Kontext	S. 122
6.3.3	Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse, Teil 2	S. 123

6.4	Ergebnisse der Hauptuntersuchung, Teil 3	S. 124
6.4.1	Auswirkung kombinierter Kontexte auf den Erwerb formenkundlichen Wissens und auf Behaltenseffekte	S. 125
6.4.2	Kurz- und längerfristige relative formenkundliche Lernzuwächse in kombinierten Kontexten	S. 131
6.4.3	Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse, Teil 3	S. 134
6.5	Kurzfassung der Ergebnisse	S. 135
 7	 DISKUSSION	
7.1	Repräsentativität der Stichprobe	S. 136
7.2	Diskussion der Ergebnisse	S. 137
7.3	Folgerungen	S. 142
7.4	Vorschlag für ein didaktisches Konzept	S. 144
 8	 ZUSAMMENFASSUNG	 S. 147
 9	 LITERATUR	 S. 152
 ANHANG		 S. 165

ABSTRACT

Grundkenntnisse der biologischen Vielfalt erlangen im Zusammenhang mit der Diskussion ökologisch-umweltlicher, genetischer und evolutionsbiologischer Fragestellungen eine zunehmende Bedeutung. Dennoch ist die Arten- und Formenkenntnis von Jugendlichen und Erwachsenen stark defizitär. Untersuchungen aus anderen Fächern legten die Vermutung nahe, dass das Interesse an pflanzlichen und tierischen Formen und auch der Erwerb von Arten- und Formenkenntnissen im Biologieunterricht vom unterrichtlichen Kontext der formenkundlichen Inhalte abhängt.

Eine auf dieser Annahme basierende empirische Feldstudie, durchgeführt über drei Jahre an insgesamt 645 Schülern des Gymnasiums im Alter von 11 bis 14 Jahren, erbrachte folgende Ergebnisse:

- (1) Das Interesse am Kennenlernen pflanzlicher und tierischer Formen war im Schnitt in einem lebensweltlichen oder ökologisch-umweltlichen Kontext groß, in einem systematisch-morphologischen Kontext eher gering. Bezogen auf die Geschlechter zeigten sich in der Interessenverteilung kaum nennenswerte Unterschiede.
- (2) Sowohl Jungen als auch Mädchen erzielten durch formenkundlichen Unterricht in einem lebensweltlichen oder ökologisch-umweltlichen Kontext die höchsten, in einem systematisch-morphologischen Kontext die geringsten Lerngewinne (kurzfristig) und Behaltenseffekte (längerfristig).
- (3) Mädchen zeigten bezüglich pflanzlicher und tierischer Formen unter lebensweltlichem Kontext höheres Interesse und bessere Behaltenseffekte als Jungen.
- (4) Kontextabhängiger formenkundlicher Unterricht im Freiland erzielte höhere Lerngewinne und Behaltenseffekte als im Klassenzimmer.
- (5) Formenkundlicher Unterricht in einem lebensweltlich-ökologischen und systematisch-morphologischen Kontext hatte keinen Einfluss auf die Lerngewinne in einem der beiden Kontexte.

ABSTRACT

In the discussion of ecological-environmental, genetic or evolutionary questions basic knowledge in biodiversity is getting increasingly important. However, the knowledge of all members of society, young and old, about plants and animals is extremely poor. From studies carried out in other subjects, we may suppose that the interest in learning about plants and animals as well as the acquisition of biological knowledge depends on the contextual embedding of the instruction.

For three years this has been evaluated in an empirical study with 645 high school students (11 to 14 years old):

- (1) On average a high interest in studying plants and animals was found in the context of everyday or true to life experiences. A systematic-morphological context was rated as low interesting. There was almost no variety in the interests of boys and girls.
- (2) Boys as well as girls achieved the highest knowledge acquisition studying plants and animals in a context of everyday or true to life experiences both in the short and long term. The lowest acquisition of knowledge was obtained in a systematic-morphological context.
- (3) In the context of everyday or true to life experiences girls were more interested in learning about plants and animals and achieved greater knowledge acquisition than boys in the long term.
- (4) Students learning about plants and animals in a certain context outdoors achieved a greater knowledge acquisition than in the classroom.
- (5) The combination of everyday-ecological and systematic-morphological experiences while learning about plants and animals had no effect on the knowledge acquisition in one of the contexts.

1 EINLEITUNG

Die Lehrpläne des Unterrichtsfaches Biologie messen dem Kennenlernen von Arten und Formen erfreulicherweise wieder eine besondere Bedeutung zu. Arten- und Formenkenntnisse sind unbestritten eine unverzichtbare Voraussetzung für die Gewinnung ökologisch-umweltlicher Einsichten und die Anbahnung einer schützenden Einstellung gegenüber der belebten Natur. Für wie wichtig aber aus erzieherischer Sicht das Kennen von Arten und Formen auch gehalten wird, so schwierig ist es in der Praxis des Unterrichts, Jugendliche für diesen Gegenstand der Biologie zu interessieren, da ihnen die Aneignung von Artenkenntnissen zu wenig einsichtig erscheint. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn Kennübungen nur aus einer systematischen Perspektive betrieben werden und das Bestimmen sich auf die Ermittlung des Namens einer Art sowie ihrer taxonomischen Einordnung in das natürliche System beschränkt.

Eine Reihe von Untersuchungen belegen mittlerweile die formenkundlichen Defizite und werden im Kapitel 3.2 eingehend diskutiert. Um nur ein Beispiel zu nennen: in einer Untersuchung von Hesse (1983) konnten nur 11 % der Lehramts-Studienanfänger im Fach Biologie eine Hainbuche identifizieren.

Die Biologiedidaktiker Berck & Klee, die 1992 das Interesse von Jugendlichen und Erwachsenen an Tier- und Pflanzenarten untersuchten, fordern daher angesichts ihrer Befunde „dringend Untersuchungen, wie im Biologieunterricht vorgegangen werden könnte, um nachhaltige Arteninteressen hervorzurufen“ (S. 177). Bis jetzt, so die Autoren, gibt es zu dieser Thematik keine Publikation. Eine von uns geplante empirische Studie sollte sich daher dieser Problematik annehmen und sie zum Gegenstand eines fachdidaktischen Forschungsvorhabens machen.

Verschiedene Untersuchungen benachbarter Disziplinen (Hoffmann & Lehrke, 1986; Todt & Händel, 1988; Hoffmann, 1989; Gräber, 1992; Duit, 1995; Häußler & Hoffmann, 1995) konnten zeigen, dass bestimmte Lerninhalte, für die sich die Schüler wenig interessieren, überraschenderweise auf das Interesse der Schüler stoßen, wenn diese in Kontexten behandelt werden, die Schülern bedeutsam erscheinen. So nahm das Sachinteresse deutlich zu, wenn Lerninhalte u.a. in folgende Kontexte eingebunden waren:

- Anbindung an Alltagserfahrungen
- Präsentation von Phänomenen, über die sich staunen lässt („Aha-Erlebnisse“)
- Darlegung persönlicher und gesellschaftlicher Bedeutung
- Herstellen von Bezügen zum menschlichen Körper
- Aufzeigen von Anwendungen in der Medizin

Generell stieg das Interesse der Jugendlichen, wenn Gegenstände nicht um ihrer selbst willen unterrichtet wurden, sondern Möglichkeiten einer praktischen Anwendung bzw. eines lebensnahen Nutzens erkennbar waren.

Vor dem Hintergrund dieser Befunde wurde nun eine empirische Studie durchgeführt, die das Ziel hatte, aufzuklären, inwieweit die Einbettung formenkundlicher Lerninhalte in schülerorientierte Kontexte geeignet sein könnte, das Interesse der Schüler an Arten und Formen zu steigern und damit ihre Artenkenntnisse zu verbessern.

Inhalt der unterrichtlichen Behandlung waren pflanzliche und tierische Formen des Ökosystems Auwald, im konkreten Fall der Alzauen in Trostberg.

Die Untersuchung gliederte sich in eine Voruntersuchung und eine dreiteilige Hauptuntersuchung.

2 PROBLEMSTELLUNG

Obschon aus fachlicher, ökopädagogischer und umweltlicher Perspektive grundlegende Kenntnisse einheimischer Pflanzen und Tiere mehr als berechtigt erscheinen, legen einschlägige Untersuchungen (Kellert, 1980; Kellert & Berry, 1980; Eschenhagen, 1982; Hesse, 1983 u. 1984; Nussinger & Stix, 1983; Trowbridge & Mintzes, 1985 u. 1988; Scherf, 1986; Löwe, 1992 b; u.a.) erhebliche Wissensdefizite bei Jugendlichen und Erwachsenen, ja sogar bei Studierenden der Biologie offen.

Diese dürften - außer in unzureichendem formenkundlichen Unterricht – vor allem im mangelnden Interesse am Kennenlernen von Pflanzen und Tieren begründet sein. Offensichtlich ist formenkundlicher Unterricht nicht in der Lage, Interesse für Pflanzen und Tiere bei Schülern zu wecken und ihnen das Kennenlernen zumindest einiger weniger kennzeichnender Formen für wichtig erscheinen zu lassen.

Die von mir durchgeführte explorative Studie sollte daher in Erfahrung bringen, innerhalb welcher - mutmaßlich relevanter - Kontexte Schüler eher bereit sind, sich interessiert auf das Kennenlernen pflanzlicher und tierischer Formen einzulassen und inwieweit instruktionale Maßnahmen des situierten Lernens geeignet sind, die Formenkenntnis entscheidend zu verbessern.

2.1 Untersuchungshypothese

Das Interesse an pflanzlichen und tierischen Formen ist maßgeblich abhängig vom Kontext, innerhalb dessen sich Lernende mit Formen beschäftigen. Hauptgrund für die stark defizitäre Arten- und Formenkenntnis ist die Tatsache, dass die Beschäftigung mit pflanzlichen und tierischen Formen in einem systematisch-morphologischen Kontext – wie an allgemeinbildenden Schulen üblich – von Schülern nicht als hinreichend interessant und bedeutungshaltig empfunden wird.

2.2 Zielsetzung der Dissertation

- (1) Analyse des Interesses von Schülern am Kennenlernen pflanzlicher und tierischer Formen innerhalb formenkundlich relevanter Kontexte.
- (2) Evaluation des kontextabhängigen Erwerbs von Arten- und Formenkenntnissen an ausgewählten pflanzlichen und tierischen Vertretern des Lebensraums Aue, d.h. Überprüfung der Kontexte bezüglich ihrer Effizienz für den Erwerb formenkundlichen Wissens.
- (3) Überprüfung der unabhängigen Variablen „Lernort“ auf den kontextabhängigen Erwerb von Arten- und Formenkenntnissen.
- (4) Evaluation des Effekts kombinierter Kontexte auf den Erwerb formenkundlichen Wissens.

An dieser Stelle sei kurz auf die grundsätzlichen Anforderungen hingewiesen, die an die Schüler der Hauptuntersuchung beim Erwerb arten- und formenkundlichen Wissens gestellt wurden:

- Kenntnis des deutschen Namens einer Art bzw. Form
- Erkennen der Form anhand ihres typischen äußeren Erscheinungsbildes (Habitus)
- Fähigkeit zur Einordnung in das natürliche System durch drei höhere Taxa
- Kenntnis weiterer Vertreter aus dieser Großgruppe im Ökosystem Flussaue
- Fähigkeit zur Aneignung einiger formenkundlicher Merkmale und Besonderheiten, eingebettet in den jeweiligen Kontext

Daraus ergab sich das Thema für die vorliegende Dissertation:

**Kontextabhängiger Erwerb von Arten- und Formenkenntnissen im Biologieunterricht
des Gymnasiums**

3 STAND DER FORSCHUNG

3.1 Stand der Forschung zum Interesse an Pflanzen und Tieren

Zum Interesse an Pflanzen und Tieren liegen sowohl auf nationaler als auch internationaler Ebene inzwischen mehrere Studien vor. Befragungen von Kindern und Jugendlichen in Deutschland (Ruppolt, 1967; Hemmer & Werner, 1976; Hesse, 1984; Gelhaar et al., 1999), in England (Green, 1954; Harvey, 1989), in den USA (Blanc, 1958; Baird et al., 1984; Wandersee, 1986) und in Israel (Mayer & Tamir, 1972) ergaben übereinstimmend, dass diese die Beschäftigung mit Tieren gegenüber Pflanzen deutlich bevorzugen. Dies gilt auch für Erwachsene, wie Kellert (1980) in einer umfassenden Erhebung an 3107 US-Amerikanern feststellen konnte. Als Gründe für ihre Präferenz von Tieren gaben die befragten Personen u. a. an, dass diese Parallelen zum Menschen in ihren Lebensäußerungen zeigten, sich leichter als Pflanzen unterscheiden ließen und unterhaltsamer seien (Ruppolt, 1967; Wandersee, 1986).

Was das Interesse an Pflanzen betrifft, so ist dieses bei Mädchen stärker ausgeprägt als bei Jungen, wobei einer Untersuchung von Harvey (1989) an 8 bis 11-jährigen Kindern (N = 845) zufolge sich frühe Erfahrungen mit Pflanzen auch positiv auf die Einstellung gegenüber der Natur im Allgemeinen auswirken. Tamir (1985) berichtet von einem bemerkenswerten Befund einer Studie von Mayer und Tamir (1972) in Israel, demzufolge agricultural high school students (10th grade) entgegen allen Erwartungen ein größeres allgemeinbiologisches pflanzenkundliches als tierkundliches Wissen haben, obgleich diese zu 83% die Beschäftigung mit Tieren bevorzugen. Der Autor erklärt diesen Befund damit, dass die Lehrkräfte allgemein biologische Prinzipien hauptsächlich anhand von Beispielen aus dem Pflanzenreich darlegen, was übrigens auch im Biologieunterricht bei uns der Fall ist.

Die umfassendste Untersuchung zum Interesse an Tier- und Pflanzenarten, seiner Entstehung sowie seines Einflusses auf Handeln im Natur- und Umweltschutz stammt von den Biologiedidaktikern K.-H. Berck & R. Klee (1992). Aus den Ergebnissen einer Pfadanalyse zur Genese von Interesse an Tier- und Pflanzenarten ziehen die Autoren den Schluss, dass „eigene Naturbegegnungen und Erlebnisse“ (S. 144) den stärksten Anregungsfaktor für das Interesse an Arten darstellen. Dieses ist jedoch stark altersabhängig. Nach Todt (1985 und 1990) wird von Kindern die Beschäftigung mit Pflanzen und Tieren, insbesondere in der Phase ihrer Universalinteressen zwischen dem 6. und 10. Lebensjahr, als besonders befriedigend empfunden. In dieser Phase sind die Interessen von Kindern noch weniger durch andere "Reizfelder" (Interessenangebote) besetzt, als das bei älteren Jugendlichen oft der Fall ist.

Hartinger (1997) fand heraus, dass Grundschüler (N = 90) an der Beschäftigung mit Tieren und Pflanzen der Lebensgemeinschaft Gewässer generell interessiert sind, wobei sich manuelle Tätigkeiten (Keschern, Mikroskopieren) größerer Beliebtheit erfreuen als das freie Beobachten oder Bestimmen. Handlungsorientierter und autonomieunterstützender Unterricht wirkt sich dabei positiv auf das Interesse an Tieren und Pflanzen aus. Grupe (1952) und Plötz (1970) sind der Meinung, dass Kinder nach ihren Beobachtungen ein ursprüngliches Interesse an Pflanzen und Tieren haben. In Anbetracht dieser Befunde sollten daher insbesondere Grund- und Unterstufenschüler möglichst viele Gelegenheiten erhalten, sich mit Pflanzen und Tieren zu beschäftigen. Einschlägige Untersuchungen (dargestellt in Berck & Klee, 1992, Kap. 9.2) weisen allerdings darauf hin, dass Biologieunterricht bislang nur geringen Einfluss auf die Entstehung von Arteninteresse ausüben konnte.

Was die Erkenntnisse zur Genese von Arteninteresse speziell im Biologieunterricht betrifft, so ist der diesbezügliche Forschungsstand nach Ansicht von Berck & Klee (1992) als unbefriedigend zu bezeichnen. Sie fordern daher „dringend Untersuchungen oder begründete Anregungen, wie im Biologieunterricht vorgegangen werden könnte, um nachhaltige Arteninteressen hervorzurufen...“ (S. 177). Mir sind zu dieser Thematik keine Publikationen bekannt!

3.2 Untersuchungen zum formenkundlichen Wissensstand

Obgleich aus fachlicher, ökopädagogischer und umwelterzieherischer Sicht Arten- bzw. Formenkenntnis für sehr wichtig erachtet wird und ein Minimum an Formenkenntnis geradezu eine Voraussetzung für das Verstehen grundlegender biologischer Erscheinungen ist, sind nur wenige Menschen in der Lage, unsere heimischen Pflanzen und Tiere mit ihren Namen anzusprechen oder etwas Bemerkenswertes über sie auszusagen. Einem Großteil der Bevölkerung sind wild lebende Pflanzen und Tiere nahezu unbekannt. Schreier (1995) sieht in der mangelnden Artenkenntnis „ein Indiz für unzureichende Wahrnehmung der Welt der Lebewesen.“ Über den Umfang (Status quo) formenkundlichen Wissens bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen liegt inzwischen eine Reihe von Untersuchungen vor, die jedoch hinsichtlich ihrer Ergebnisse aufgrund der sehr unterschiedlichen Auswahl pflanzlicher und tierischer Formen sowie der angewandten Untersuchungsmethoden kaum miteinander vergleichbar sind und daher nur bedingt eine klärende Aussage über den tatsächlichen Stand des formenkundlichen Wissens zulassen. Überdies wurden viele dieser Untersuchungen nicht im Kontext fachlich begründeter Zielsetzungen oder auf der Basis eines schlüssigen fachdidaktischen Konzepts durchgeführt. Die nachstehenden Ausführungen nehmen daher vornehmlich Bezug auf jene Ergebnisse empirischer Untersuchungen, die den gegenwärtigen Stand der Arten- und Formenkenntnis zutreffend zu beschreiben scheinen und auf wesentliche Merkmale des erfassbaren formenkundlichen Wissens hinweisen.

Nahezu alle Studien belegen übereinstimmend, dass Tiere, denen Schüler im Alltag häufig begegnen, einen höheren Bekanntheitsgrad haben als Pflanzen, allerdings trifft das i.d.R. nur auf einige auffällige Säugetiere zu (Etschenberg, 1983; Trowbridge & Mintzes, 1985; Gebauer, 1994), wogegen z.B. mindestens ebenso häufige, kulturfolgende heimische Singvögel oder Insekten kaum bekannt sind. So vermochten in einer Untersuchung von Eschenhagen (1982) nur 20,5 % der Schüler einer 5. Jahrgangsstufe (N = 604) eine Amsel richtig zu benennen, 14,6 % die Rote Waldameise und gar nur 7,6 % die Honigbiene. Schüler der 9. und 10. Jahrgangsstufe des Gymnasiums konnten nur geringfügig mehr der gleichen Tierarten richtig identifizieren.

In einer Erhebung von Nussinger & Stix (1983) an Schülern der 5. bis 10. Jahrgangsstufe des Gymnasiums (N = 568) wurden die Schüler gebeten, mindestens 10 Vogel- und 10 Insektenarten frei zu benennen. Im Schnitt nannten die Schüler der 6. Jahrgangsstufe 7,6 Vogel- und 5,5 Insektenarten, die Schüler der 10. Jahrgangsstufe 9,6 Vogel- und 7,5 Insektenarten. Bemerkenswert an dieser Erhebung ist die Tatsache, dass das formenkundliche Wissen im Laufe der Schulzeit nur geringfügig zunimmt (vgl. Löwe, 1992 b).

Nicht viel besser scheinen die Kenntnisse erwachsener US-Amerikaner von wild lebenden Tieren zu sein, wie Kellert (1980) und Kellert & Berry (1980) in einer groß angelegten Studie (N = 3107) feststellen mussten. Weniger als 15 % der befragten Personen schätzten sich selbst als tierkundig ein und nur 27,4 % wussten über bedrohte Tierarten Bescheid. Kellert bezeichnet daher das Wissen der US-Amerikaner über wild lebende Tiere als „extremely limited.“ Der Autor weist in einer anderen Studie (Kellert, 1983) allerdings auch darauf hin, dass es in den USA nur wenige empirische Untersuchungen zum formenkundlichen Wissen über Tiere gibt, sowohl was ihre systematische Zugehörigkeit als auch ihre ökologische Bedeutung betrifft.

In einer Folgeuntersuchung (Kellert, 1985) an Kindern und Jugendlichen zwischen 6 und 16 Jahren aus Connecticut (N = 267) fand Kellert heraus, dass Kinder im Alter zwischen 6 und 9 Jahren zunächst nur eine affektiv-emotionale Beziehung zu wild lebenden Tieren haben. Erst im Alter zwischen 10 und 13 Jahren erzielen Jugendliche den größten Zuwachs an formenkundlichem Wissen. Dies ist übrigens auch die Altersstufe, die der vorliegenden Untersuchung zugrunde lag.

Noch bescheidener als die Formenkenntnis der Tiere ist die der Pflanzen. Alle diesbezüglichen Untersuchungen belegen, dass Mädchen im Schnitt Pflanzen besser kennen als Jungen (Nussinger & Stix, 1983; Hesse, 1984; Scherf, 1986; Löwe, 1992). Zabel (1965), der die pflanzliche Formenkenntnis von Schülern der Jahrgangsstufen 4 bis 10 untersuchte (keine Angabe über Größe der Stichprobe), berichtet, dass wildwachsende krautige Pflanzen nahezu unbekannt sind und Schüler der 10. Jahrgangsstufe kaum bessere Formenkenntnisse haben als Schüler der 4. Jahrgangsstufe. Sogar Lehramts-Studienanfänger des Faches Biologie (N = 105) haben einer Untersuchung von Hesse (1983) zufolge nur geringe Artenkenntnisse. So konnten nur 33 % der Studierenden eine Rotbuche identifizieren, 31 % den Schwarzen Holunder und gar nur 11 % die durchaus häufige Hainbuche.

Nicht besonders groß ist auch das formenkundliche Wissen über kennzeichnende Merkmale taxonomischer Gruppen und die richtige Einordnung in das natürliche System der Pflanzen bzw. Tiere (Ryman, 1974 u. 1984; Bell, 1981). Jungwirth (1971) untersuchte die diesbezüglichen Kenntnisse israelischer Schüler verschiedener Schularten zu Beginn der 9. Jahrgangsstufe (N = 2025). Er stellte fest, dass nur 9 % der Schüler in der Lage waren, kennzeichnende Merkmale taxonomischer Gruppen von Pflanzen und Tieren richtig zu beschreiben. In den Untersuchungen von Trowbridge & Mintzes (1985 und 1988) klassifizierten mehr als 20 % der College-Studenten Wale als Fische bzw. Schildkröten als Amphibien.

Zu der Frage, wie Arten- und Formenkenntnisse in einem wünschenswerten Umfang und von nachhaltiger Dauer zu erwerben seien, gibt es bis heute so gut wie keine Untersuchungen. Zwar

gibt es vereinzelte Mutmaßungen oder Hinweise, welche methodischen Ansätze voraussichtlich zu guten Erfolgen führen (Zabel, 1965; Sturm, 1982; Stichmann, 1995; Kattmann et al., 1996), doch konnte für eine Erfolg versprechende Vorgehensweise bisher noch kein begründeter Nachweis erbracht werden. Berck (1999) kommt daher zu Recht zu der Feststellung, „dass einerseits gerade in jüngster Zeit die Forderung nach Artenkenntnis verstärkt erhoben wird, andererseits aber unsere Kenntnisse darüber, welches die besten Wege zur effektiven Vermittlung solcher Kenntnisse sind, sehr gering sind.“

3.3 Untersuchungen zum kontextabhängigen Lernen in den Naturwissenschaften

Obgleich konstruktivistisch orientierte Lehr-Lernansätze mit Ausnahme von zwei Studien in Physikdidaktik (Aufschnaiter v. et al., 1992; Breuer & Aufschnaiter v., 1997) in den Didaktiken der Naturwissenschaften bislang nicht empirisch evaluiert wurden, haben sich diese Ansätze nach Ansicht von Duit (1995) dennoch „als treibende Kraft zur Entwicklung neuer Unterrichtsansätze erwiesen.“ Inzwischen liegen einige Untersuchungen vor, die zumindest den Einfluss kontextbezogenen Lernens in den Naturwissenschaften betreffen. So explorierten Todt & Händel (1988) die Kontextabhängigkeit von Physikinteressen bei Schülern der Jahrgangsstufen 7 bis 10 ($N \approx 1100$) und stellten fest, dass die Einbindung von Themen des Physikunterrichts in unterschiedliche Konnotationen bei Jungen keinen Einfluss auf ihr Interesse an Physik hat, wohl aber bei Mädchen. Die Untersuchung ergab, dass Mädchen an Schulbuchphysik und an physikalischen Experimenten relativ wenig interessiert sind, stark hingegen an Gegenständen der Physik im Kontext von Medizin und Anwendungen im Haushalt.

Hoffmann & Lehrke (1986) und Häußler & Hoffmann (1995) untersuchten an Schülern der Jahrgangsstufen 5 bis 10 ($N \approx 600$ pro Jahrgangsstufe) das Interesse an einem physikalischen Gebiet sowie an einem Kontext und einer Tätigkeit mit Bezug zur Physik. Übereinstimmend konnten sie den Nachweis erbringen, dass den Kontexten die mit Abstand größte Bedeutung für die Ausprägung des Schülerinteresses an Physik zukommt, wobei zwischen Jungen und Mädchen deutliche Interessenunterschiede festzustellen sind. Generell steigt das Interesse der Schülerinnen und Schüler an Gegenständen der Physik, wenn diese nicht um ihrer selbst willen zum Zwecke des Kennenlernens von Regeln und Gesetzen unterrichtet werden, sondern wenn Schülerinnen und Schüler darin einen Bezug zur Umwelt sowie Möglichkeiten einer praktischen Anwendung und eines lebensnahen Nutzens erkennen. Eine von Gräber (1992 b) mit gleicher Zielsetzung durchgeführte Studie für das Unterrichtsfach Chemie kam im Prinzip zu denselben Ergebnissen.

Jedoch konnten Hartinger & Roßberger (2001) diese besondere Bedeutung der Kontexte für Grundschüler nicht identifizieren. In ihrer Studie zum Interesse von Mädchen und Jungen an den Themen „Strom“ und „Haustiere“ im Sachunterricht der Grundschule (N=105, 3./4. Jahrgangsstufe) zeigte sich, dass die Interessensausprägung stets von allen drei Faktoren – Gebiet, Kontext und Tätigkeit – signifikant beeinflusst wurde. Beim Thema Strom hatte das Gebiet den stärksten Effekt, beim Thema Haustiere die Tätigkeit! Auch erzeugten die Kontexte kein signifikant unterschiedliches Interesse bei Jungen und Mädchen. Dennoch spielte der Alltagsbezug für Mädchen tendenziell eine größere Rolle als für Jungen. So war der persönliche Bezug zum Haustier bei den Mädchen der wichtigste Kontext, bei den Jungen dagegen der unwichtigste.

Die Autoren erklären die Befunde mit der Annahme, „dass Kinder im Grundschulalter ihre Umwelt stark unter dem Aspekt eigener Tätigkeiten und Handlungen und weniger unter der vergleichsweise abstrakten Perspektive von Themen, Inhalten und Kontexten strukturieren“ (S. 15). Eine Überlegung, die ich in der Diskussion der Ergebnisse dieser Studie nochmals aufgreifen werde.

Zusammenfassend lassen sich zum Stand der Forschung folgende Feststellungen treffen:

- (1) Für die Notwendigkeit von Arten- und Formenkenntnissen lassen sich vielseitige fachliche, pädagogische und gesellschaftliche Gründe geltend machen.
- (2) Kinder im Alter zwischen 6 und 12 Jahren haben offensichtlich ein grundsätzliches Interesse an Pflanzen und Tieren, wobei Tiere gegenüber Pflanzen bevorzugt werden.
- (3) Das formenkundliche Wissen sowohl von Jugendlichen als auch Erwachsenen muss als stark defizitär bezeichnet werden.

4 THEORETISCHE IMPLIKATION DES UNTERSUCHUNGS- GEGENSTANDES

4.1 Zur Bedeutung des situierten Lernens und seiner Berücksichtigung in den Didaktiken der Naturwissenschaften

Grundlegende Prinzipien des situierten Lernens stützen sich auf eine Konzeption, wie sie von Brown et al. (1989) vorgeschlagen wurde und für die die Eigenaktivität der Schüler zentral ist. Dem Ansatz des situierten Lernens liegt die Überlegung zugrunde, dass Wissen nicht unabhängig von einem Kontext erworben wird und dass es an die Lernumgebung gebunden ist, in der Lernende ihr Wissen aufbauen. Dabei erweisen sich komplexe, auf Anwendungssituationen ausgerichtete (authentische) sowie problemorientierte Lernumgebungen insofern als besonders nützlich, als das in diesen Lernsituationen erworbene Wissen gleichsam als Werkzeug für die Lösung neuer Aufgabenstellungen bzw. Probleme flexibel genutzt werden kann und die Lernenden so den Wert ihres Wissens unmittelbar erfahren. Im Zusammenhang mit dem situierten Lernen werden in der empirischen Pädagogik verschiedene Ansätze diskutiert (Resnick, 1989; Mandl et al., 1993; Gerstenmaier & Mandl, 1995; Prenzel, 1997), die auch für die Fachdidaktiken als genuin anwendungsorientierte Disziplinen von Bedeutung sind. Im Ansatz von Cognitive Apprenticeship (Collins et al., 1989) wird vorgeschlagen, die anwendungsorientierten Vermittlungsprinzipien traditioneller Handwerkslehre (coaching, scaffolding, fading) auf den „Umgang mit komplexen Problemen in kognitiven Domänen“ (Gerstenmaier & Mandl, 1995) zu übertragen. Der Ansatz von Anchored Instruction (Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1990) beschäftigt sich vornehmlich mit dem Problem trägen Wissens (inert knowledge), das zwar vorhanden, in Problemsituationen aber häufig nicht nutzbar ist (Renkl, 1996). Es wird vermutet, dass die fehlende Anwendungsqualität dieses Wissens mit der Art des Wissenserwerbs zusammenhängt (Gerstenmaier & Mandl, 1995). Vertreter dieses Ansatzes schlagen daher vor, Lernumgebungen zu schaffen, die authentische Problemstellungen in Form eines narrativen „Ankers“ zum Gegenstand haben. Aufgabe der Lernenden ist es, das Problem zu identifizieren und zu definieren sowie sich das zur Lösung dieses Problems erforderliche Wissen anzueignen, das auch Experten in der Praxis benötigen würden (vgl. auch Honebein et al., 1993). Diese hier nur kurz skizzierten, auf einer konstruktivistischen Sichtweise beruhenden Ansätze situierten Lernens haben auch dem naturwissenschaftlichen Unterricht trotz verschiedentlich Kritik (Anderson et al., 1996; Terhart, 1999) wichtige Impulse gegeben, die über die Verbesserung des Wissenserwerbs hinausgehen. So weisen Mandl et al. (1993) z.B. darauf hin, dass Schüler im Physikunterricht zwar theoretisches Wissen erwerben, dieses aber nicht

anwenden, wenn im Alltag physikalische Probleme auftauchen, sondern auf ihre vorunterrichtlichen Vorstellungen zurückgreifen. Sie regen daher an, im Physikunterricht - auf der Basis der skizzierten Ansätze situierten Lernens - eine Brücke zu schlagen zwischen den wissenschaftlichen Theorien und den Alltagserfahrungen der Schüler, um so einer Kompartimentalisierung des Wissens vorzubeugen. Für die Gestaltung entsprechender Lernumgebungen schlagen sie fünf Grundprinzipien vor: Lösung authentischer Probleme, Artikulation und Reflexion der Problemlöseprozesse, Erlernen von Konzepten und Fertigkeiten unter multiplen Perspektiven und in unterschiedlichen Kontexten, kooperatives Lernen und Problemlösen sowie Lernen als Enkulturation. Auch Terhart (1999), der sich mit der konstruktivistischen Didaktik kritisch auseinandersetzt, fordert, dass der „Unterricht ein breites Spektrum von didaktisch-methodisch aufbereiteten Lernumwelten und Lernsituationen bereitstellen sollte.“

4.2 Definition der Begriffe Arten- und Formenkenntnis

Die Begriffe „Artenkenntnis“ und „Formenkenntnis“ werden in der Biologie und in der Biologiedidaktik häufig synonym gebraucht. Schon der Begriff Artenkenntnis wird aber unklar, wenn nicht ausgesagt ist, welche Mindestanforderungen an ein solches „Kennen“ gestellt sind (Berck & Klee, 1992, S. 177).

Im strengerem Sinne versteht man unter Artenkenntnis die Kenntnis des Namens einer Art und ihrer Einordnung in das natürliche System. Die wissenschaftliche Benennung von Pflanzen und Tieren erfolgt unter Anwendung der latinisierten binären Nomenklatur: ein Substantiv bezeichnet die Gattung, ein Adjektiv die Art. (Bsp.: *Orchis latifolia* = Breitblättriges Knabenkraut)

Der Begriff Formenkenntnis hingegen umfasst nicht nur die Kenntnis von Namen und Habitus der verschiedenen Gruppen des natürlichen Systems, sondern auch die Kenntnis von Gruppen, die unter anderen Gesichtspunkten zusammengestellt wurden (Sturm, 1982). Zu diesen Gesichtspunkten zählen neben den biologischen (Verhalten, Lebensraum, Bedeutung im Ökosystem) auch humanökologische (Nutzen, Ästhetik, Beziehung zum Menschen) (Probst, 1977; Scherf, 1986; Janßen, 1988).

Eng mit dem Erwerb von Formenkenntnissen verbunden sind dabei auch Fähigkeiten wie die Einsicht in biologische Zusammenhänge, Fertigkeiten wie das Umgehen-Können mit Bestimmungshilfen sowie naturschützende Einstellungen und entsprechende Verhaltensweisen gegenüber den Lebewesen. In diesem erweiterten Verständnis von Formenkenntnis wird vor allem im schulischen Biologieunterricht auch vom Begriff der „formenkundlichen Inhalte“ gesprochen. Diese umfassen den „Gesamtkomplex von Name und Erscheinungsbild, Lebensäußerungen und Lebensweise sowie die ökologischen, kulturellen und gesellschaftlichen Beziehungen, in denen Lebewesen betrachtet werden können“ (Mayer & Horn, 1993).

Die Formenkenntnis erlaubt auch statt der Kenntnis des Namens einer einzelnen Art, falls dieser nur schwer bestimmbar oder in einer deutschen Version nicht existent ist (z.B. bei sehr vielen Insekten), ersatzweise die Kenntnis der Bezeichnung eines höheren Taxons (Gattung, Familie, Ordnung).

Da der Begriff „Formenkenntnis“ sowohl Artenkenntnis als auch die Kenntnis höherer Taxa umfasst und ein vielseitigeres, mehrperspektivisches und damit lebensnäheres Kennenlernen von Pflanzen und Tieren zum Ziel hat, ist er für schulbiologische Zwecke geeigneter als der Begriff „Artenkenntnis“. In der Schulbiologie werden Pflanzen und Tiere – soweit möglich – mit ihren deutschen Namen bezeichnet.

Zusammenfassung:

Artenkenntnis

Kenntnis des Namens einer Art und ihre Einordnung in das natürliche System.

Formenkenntnis

Kenntnisse der Namen einzelner Arten oder höherer Taxa sowie Kenntnisse ihres Erscheinungsbildes, ihrer Lebensäußerungen, ökologischen Bezüge und kulturellen Bedeutung.

Der Erwerb des formenkundlichen Wissens bezog sich daher auch in den durchgeführten Untersuchungen auf drei Ebenen:

- Kenntnis des deutschen Namens einer Art (eigentliche Artenkenntnis) bzw. Form
- Aneignung von kontextbezogenem Hintergrundwissen, wie z.B. Erscheinungsbild, Lebensbedingungen, ökologische Bezüge oder kulturelle Bedeutung (eigentliche Formenkenntnis)
- Fähigkeit zur Einordnung in das natürliche System durch drei höhere Taxa und Kenntnis weiterer Vertreter dieser Großgruppe in der Flussaue

4.3 Epistemologische Begründung der Bedeutung der Arten- und Formenkenntnis in der Biologie und im Biologieunterricht

Die große Vielfalt der Lebensformen (biodiversity) wird von E. O. Wilson (1992) als das größte Wunder unseres Planeten bezeichnet. Ihre Bedeutung wird z.Zt. vorrangig auf drei Ebenen diskutiert: auf der Ebene der Gene, der Artenvielfalt und der ökologischen Vielfalt. Nur dank der Ausprägung des Lebendigen in unzähligen Erscheinungsformen konnte sich Leben über Jahrmillionen auf der Erde erhalten. Die Formenvielfalt (Diversität) ist damit als ein Grundphänomen des Lebendigen anzusehen (Osche, 1975). Grundkenntnisse von der Vielfalt der Arten sind zum einen eine wichtige Voraussetzung, um die Entstehung des Lebens auf der Erde zu verstehen (evolutionsbiologischer Aspekt), zum anderen geradezu unabdingbar, um eine Vorstellung von den wechselseitigen Abhängigkeiten der Organismen untereinander zu erhalten (kein Lebewesen existiert ganz für sich allein) und Veränderungen in der Umwelt wahrzunehmen (ökologischer Aspekt). Die enge Beziehung zwischen Organismen und ihrer Umwelt wird in ihrer Anpasstheit deutlich, die sich in den unterschiedlichsten Erscheinungsformen ausdrückt.

Das Kennenlernen der Namen pflanzlicher und tierischer Formen sowie ihrer Einordnung in ein phylogenetisches System hat in der Biologie und im Biologieunterricht eine lange Tradition. Mit dem Namen einer Pflanze oder eines Tieres verbinden sich für den Kenner immer zugleich auch Vorstellungen vom Erscheinungsbild, von den Lebensäußerungen, den abiotischen Standortfaktoren sowie von der Vergesellschaftung mit anderen Lebewesen. Arten- und Formenkenntnisse stehen damit stets in einer engen Beziehung zu Gegenständen der Allgemeinen Biologie. Biologieunterricht ist geradezu darauf angewiesen, die Grundphänomene des Lebendigen an konkreten Einzelorganismen mit ihren artspezifischen und individuellen Ausprägungen darzulegen (vgl. Eschenhagen, 1985; Killermann & Scherf, 1986).

Insbesondere im Vergleich verschiedener Arten erschließen sich die allgemeinbiologisch relevanten Gesetzmäßigkeiten, die sich an einem Einzelorganismus nicht gewinnen lassen (Osche, 1975).

Außer aus den bereits genannten Gründen sind Arten- bzw. Formenkenntnisse erforderlich, um die Vielfalt der Organismen in Ordnungs- und Denkkategorien überschaubar zu machen und wissenschaftlich begründet in einem System zu strukturieren. Mit der Beschäftigung von Arten im Unterricht lernen Schüler wissenschaftliche Verfahren der Erkenntnisgewinnung kennen, wie sie für die Systematik charakteristisch sind. So können z.B. die Schüler durch Vergleich morphologischer Merkmale von Pflanzen aufgrund von Ähnlichkeiten auf Verwandtschaftsbeziehungen schließen, die Pflanzen in Gruppen (Sippen) einteilen und diese unter Anwendung der generalisierenden Induktion systematischen Kategorien zuordnen. Auf

diese Weise erhalten sie eine Vorstellung von der Entstehung und Bedeutung der Taxa (Gruppen verwandter Individuen) sowie des phylogenetischen Systems.

Auch im Zusammenhang mit der Umweltproblematik und dem zunehmenden Artenverlust spielen formenkundliche Kenntnisse eine wichtige Rolle. Sie sind damit von erheblicher gesellschaftlicher Relevanz. Aus berechtigten Gründen betrachten daher Biologen und Naturschützer Formenkenntnisse als eine unverzichtbare Voraussetzung für wirksamen Arten-, Natur- und Umweltschutz. Diese Forderung deckt sich auch mit Ergebnissen einer Delphi-Studie, die J. Mayer 1992 mit Biologen, Erziehungswissenschaftlern, Vertretern außerschulischer Bildung und Schülern durchführte. Auf die Frage „Wie lässt sich die Vermittlung von formenkundlichen Inhalten begründen?“ antworteten die befragten Personen am häufigsten: „Sie tragen zu einem aufgeklärten Naturverständnis bei, zum Aufbau einer emotionalen Beziehung zur Natur und ihrer Wertschätzung, zur Bewältigung von Umweltproblemen und zum Schutz bedrohter Lebewesen.“ Beachtlich sind auch die Ergebnisse einer Umfrage des Bayerischen Philologenverbandes (BPV, 2000) unter 596 Biologielehrern bayerischer Gymnasien. Der Aussage „Anschaulichkeit und Artenkenntnis sollen Unterrichtsprinzipien in der Unterstufe der Biologie sein“ stimmten 83,4% der Befragten zu, bei nur 0,9 % Ablehnung.

Sichtet man die einschlägige Literatur, in der speziell die Bedeutung von Arten- und Formenkenntnissen pädagogisch begründet wird, so finden sich mehrheitlich die folgenden Argumente:

Arten- und Formenkenntnisse

- kommen dem Bedürfnis von Kindern und Jugendlichen entgegen, sich in ihrer Umwelt zu orientieren und alle sie umgebenden Dinge mit Namen benennen zu wollen, dazu gehören auch Pflanzen und Tiere: **pädagogischer Aspekt** (Grupe, 1952; Plötz, 1970; Stichmann, 1973; Kopp, 1977; Gebhard, 1995)
- vermitteln Vorstellungen von der biologischen Vielfalt (Biodiversität) als Ergebnis eines Evolutionsprozesses: **evolutionsbiologischer Aspekt** (Osche, 1975; Wilson, 1992; Hedewig, 1995)

- schaffen einen Zugang zu Phänomenen der Allgemeinen Biologie. Erscheinungen der Allgemeinen Biologie werden stets an bestimmten Pflanzen- und Tierarten erforscht und im Unterricht dargelegt: **allgemeinbiologischer Aspekt** (Osche, 1975; Mayer & Horn, 1993; Hedewig, 1995; Killermann, 1995)
- erschließen die Vielfalt der belebten Natur, sodass diese Teil der Lebenswelt der Menschen wird: **lebensweltlicher Aspekt** (Mayer, 1992; Probst, 1995; Entrich, 1997)
- unterstützen das bewusste Wahrnehmen von Pflanzen und Tieren über verschiedene Sinneskanäle (was man kennt, nimmt man bewusst wahr) und fördern so den Aufbau einer emotionalen Beziehung zur belebten Natur sowie die Anbahnung einer schützenden Einstellung, befähigen zur Wahrnehmung von Veränderungen in der Umwelt (environmental monitoring, vgl. Crisci et al., 1993) und sind damit eine wichtige Voraussetzung für nachhaltigen Arten- und Naturschutz sowie für den Erhalt einer gesunden Umwelt: **pädagogisch-umwelterzieherischer Aspekt** (Hesse, 1983; Eschenhagen, 1985; Janßen, 1988; Trommer, 1988; Harvey, 1989; Wilson, 1992; Mayer, 1992; Killermann, 1998)
- ermöglichen das Verstehen ökologischer Zusammenhänge, gewähren Einblick in wechselseitige Abhängigkeiten von Pflanzen und Tieren in Ökosystemen sowie in deren Einbindung in Nahrungsketten und Stoffkreisläufe: **ökologischer Aspekt** (Sturm, 1982; Eschenhagen, 1985; Killermann & Scherf, 1986; Norton, 1992)

4.4 Auswahl der Kontexte

Epistemologischer Annahmen sowie einschlägiger eigener Beobachtungen und zahlreicher Befunde aus der Literatur zum Interesse an Pflanzen und Tieren (v.a. Berck & Klee, 1992; vgl. Kap. 3.1) vor allem aber zum kontextabhängigen Lernen in den Naturwissenschaften (Hoffmann & Lehrke, 1986; Todt & Händel, 1988; Hoffmann, 1989; Gräber, 1992; Duit, 1995; Häußler & Hoffmann, 1995; vgl. Kap. 3.3) zufolge darf angenommen werden, dass für das Kennenlernen pflanzlicher und tierischer Formen im Biologieunterricht der Schule die folgenden Kontexte von Relevanz sind:

- aus fachlicher Perspektive ein **systematisch - morphologischer Kontext**, z.B. „Wie ist die Blüte der Taubnessel aufgebaut?“
- aus gesellschaftlicher Perspektive ein **ökologisch - umweltlicher Kontext**, z.B. „Wie kann die Brennessel die Uferböschungen vor dem Wegspülen schützen?“
- aus pädagogisch-didaktischer Perspektive sowie aus der Interessenlage der Schüler vornehmlich ein **lebensweltlicher Kontext**, z.B. „Welche Heilkräuter kannst du an der Alz finden?“

Die Beschäftigung mit Pflanzen und Tieren des Auwaldes erfolgte daher unter den genannten Kontexten.

4.5 Pflanzliche und tierische Formen des Lebensraums Aue

4.5.1 Allgemeine ökologische Kennzeichen des Lebensraums Aue (nach Fey, 1995)

Vor allem die Vielfalt an Lebensräumen und Lebewesen ist es, die Auen ökologisch interessant und wertvoll macht. Dennoch drängt seit Jahrhunderten der Mensch in die Auenlandschaften und zerstört dabei unwiederbringliche Lebensräume. Heute gibt es bei uns keine natürlichen Auen mehr, und naturnahe Auen sind in unserer dicht besiedelten Landschaft selten geworden. In den Roten Listen gefährdeter Landschaften werden Auen als stark gefährdete oder vor der Vernichtung stehende Biotope aufgeführt (Schulte & Wolff–Straub, 1986). Am häufigsten stößt man heute auf Auen, die nach Flussbegradigungen wegen des nun tieferen Flussbetts und des gesunkenen Grundwasserspiegels trockengefallen sind und jetzt landwirtschaftlich genutzt werden.

Unter einer Aue versteht man den Uferbereich eines Baches oder Flusses, der in bestimmten Zeiten vom Hochwasser regelmäßig überflutet wird. Im Oberlauf eines Fließgewässers ist der Auengürtel links und rechts des Baches sehr schmal und kaum ausgeprägt. Erst dann, wenn aus dem Bach ein Fluss geworden ist, können die Auen links und rechts des Flusses mehrere hundert Meter breit sein. Die regelmäßigen Überflutungen der Auen sind die Ursache der ökologischen Besonderheiten und des hohen Artenreichtums in diesen Flussbereichen. Spezialisierte Pflanzen und Tiere, die von und mit den Überflutungen leben können, sind die typischen Organismen unserer Auen. Eine Grenze zu ziehen, wo der Fluss aufhört und die Aue beginnt, ist nicht möglich, da sich diese Grenze permanent verschiebt. Fluss und Aue müssen als naturräumliche Einheit gesehen werden.

In unregulierten Flussabschnitten ist nach einem Hochwasser nur noch wenig so, wie es vorher war. Dort, wo vorher eine Kiesbank war, ist nun der Fluss tief ausgekolkt, dafür türmt sich die Kies- oder Sandbank an anderer Stelle auf. So manche Schwarzpappel kann dem tagelangen Druck des Hochwassers nicht standhalten, wird aus dem Ufer herausgerissen und hinterlässt infolge der Erosion eine Ufersteilwand. Erlen und Weiden überstehen längere Überflutungen meist unbeschadet, vor ihren Stämmen sammeln sich Äste und sonstiges Getreibsel, dahinter liegen - vor allem in weiter entfernten Auenbereichen - mehr oder weniger dicke Bänke von nährstoffreichen Feinsedimenten. Kleine Bäche führen klares Wasser aus den Randbereichen der Aue zum Fluss zurück. Keine andere Landschaft in Europa hat so viele und unterschiedliche Teillebensräume wie Flussauen. Das Nebeneinander und die gleichzeitig verwirrende ökologische Verzahnung so unterschiedlicher Lebensräume wie Land-, Fließgewässer- und Stillwasserbereiche machen das Besondere der Auen aus. Zieht man im Sommer eine Untersuchungslinie vom

Außenrand der Aue bis hin zum Fluss und misst allein die relativ einfach zu bestimmenden Parameter Licht (Beschattung/Besonnung), Lufttemperatur, Wassertemperatur (in den verschiedenen Kleingewässern), Wassergehalt und Nährstoffgehalt der Bodenbereiche, so wird man Schwierigkeiten haben, zwei Zonen mit den gleichen Werten festzustellen. Stark besonnene Stellen wechseln auf wenigen Metern mit Bereichen ab, die den ganzen Tag über in tiefem Schatten liegen, und auf nährstoffreiche und feuchte Abschnitte folgen unmittelbar extrem trockene und nährstoffarme. Diese große Vielfalt der Standortfaktoren auf engstem Raum, hervorgerufen durch die ungebremsste Kraft des Flusses bei Hochwasser sowie durch die enge Verknüpfung der Land- und Wasserbereiche, ist die Ursache des großen Pflanzen- und Tierartenreichtums. Vielfalt und Abwechslung sind die Schlüsselwörter für Auen, nicht Gleichheit und Eintönigkeit wie in vielen anderen, vom Menschen überformten Biotopen.

Auenvegetation

In noch naturnahen Flussauen findet der Botaniker ohne Schwierigkeiten mehr als 150 Pflanzenarten. Anders als Tiere, die bei Hochwasser fliehen können, sind diese Kräuter, Sträucher und Bäume dem Einfluss der Überschwemmungen mehr oder weniger stark ausgeliefert. Flusswärts finden sich die Arten, die auch mal wochen- oder monatelang im Wasser stehen können und auch gegenüber Druck- und Zugbelastungen der Wasserströmung relativ unempfindlich sind, selbst wenn ganze Äste oder größere Pflanzenteile mit der Strömung fortgerissen werden. Landwärts kommen solche Pflanzen vor, die nur kurzfristige Überflutungen ohne Schaden überstehen. Die Verteilung der Pflanzen in einer Flussaue ist somit ein Spiegelbild des Hochwassergeschehens.

Besonders der eigentlich gehölzfreie Spülsaum mit seinen Schotterbänken ist ein Bereich, in dem nur wenige Pflanzen Fuß fassen und überleben können. Die freiliegenden Uferschotterflächen mit den für verschiedene Insekten so wichtigen Treibholzanlandungen sind je nach Wasserhaushalt und Besonnung bald von Pestwurz, Rohrglanzgras und anderen Krautarten überwuchert, die aus weitverzweigten Wurzelsystemen ausschlagen. Seit einigen Jahren findet man in vielen Flussauen vermehrt das Drüsige Springkraut (*Impatiens glandulifera*) und den Japanischen Staudenknöterich (*Reynoutria japonica*), die beide aus dem asiatischen Raum stammen und aufgrund ihrer Schnellwüchsigkeit die natürliche Pioniervegetation durch Beschattung zurückdrängen.

Springkraut, Japanischer Knöterich sowie der auch am Ufersaum und in der Weichholzaue verstärkt auftretende Riesen-Bärenklau haben eine hohe Reproduktionsrate. Die Samen des Drüsigen Springkrauts werden von der fließenden Welle mittransportiert und an den Uferrand

gespült. Selbst ein mehrwöchiger Aufenthalt im Wasser schadet ihnen nicht. Sowohl Springkraut wie auch Japanischer Knöterich stellen geringe Ansprüche an ihre Standorte, lediglich Wasser muss ausreichend vorhanden sein. Außerhalb der Auen kommen sie vor allem in typischen Ruderalbereichen des Siedlungsraums vor, die vom Menschen frisch angelegt wurden. Die ökologischen Bedingungen auf Straßenrandflächen, Bahndämmen, Schuttplätzen u. a. sind denen in Auenzonen nicht unähnlich: kaum Pflanzen, keine echte Bodenkrume und starke Feuchtigkeits- und Temperaturschwankungen.

An den gehölzfreien Spülsaum schließt sich landeinwärts die Weichholzaue an. Hier wachsen vor allem zahlreiche Strauch- und Baumarten, die häufige und auch länger andauernde Überschwemmungen ohne weiteres verkraften. Zu den Überflutungsspezialisten der sogenannten Weichholzaue zählen einige Weidenarten (Silberweide, Bruchweide, Uferweide) sowie Grau- und Schwarzerle, wobei die Grauerle wegen ihrer größeren Biegefestigkeit mehr im Auenbereich der Gebirgsbäche und -flüsse vorkommt.

Die Weichholzaue wird in naturnahen Auengebieten regelmäßig - und das für mehrere Wochen, ja sogar Monate im Jahr - überschwemmt, wobei die Gehölze metertief im Wasser stehen und nur noch ihre Laubkronen aus dem Wasser ragen. Für die bis zum „Hals“ im Wasser stehenden Bäume und Sträucher bedeuten diese Überflutungsphasen höchsten Stress. Zu dem mechanischen Zug und Druck kommt der physiologische Stress durch den Sauerstoffmangel im Wurzelraum hinzu. In den Wurzelspitzen wird aber sehr viel Sauerstoff benötigt. Sauerstoffarmut führt hier in wenigen Stunden oder Tagen unweigerlich zum Tod der Pflanze. Jeder, der Topfpflanzen so intensiv gießt, dass sie im Wasserbad stehen, kennt das. Erlen und Weiden kompensieren diese Sauerstoffarmut im Wurzelbereich auf eine einfache, aber höchst wirkungsvolle Art und Weise: Sie entwickeln „Luftporen“ (Lentizellen) und ein Röhrensystem, das zusammen mit Adventivwurzeln und Thermoosmose die Sauerstoffversorgung sichert.

In der Regel ist die Versorgung der Weichholzaue mit Mineralstoffen optimal: Die Hochwasser bringen aus dem Hinterland sehr viel Sedimentmaterial mit, das reich an organischen Stoffen ist. Jede Überflutung bedeutet eine natürliche Düngung der Aue. Allerdings können in den Kiesbänken und Spülsäumen Engpässe bei der Stickstoffversorgung auftreten. Dies ist auch in den Oberlauf-Weichholzaunen der Alpenflüsse der Fall, denen das „nährstoffreiche“ Hinterland fehlt. Die hier bestandsbildenden Grauerlen leiden dennoch nicht an Stickstoffmangel: Sie besitzen - wie auch die Schwarzerlen - zur besseren Stickstoffversorgung in der überflutungsfreien Zeit sogenannte Actinorhizen: Dabei handelt es sich um Wurzelknollen, die Apfelgröße erreichen können. Die lokal begrenzten Wurzelbildungen werden durch ein zur Ordnung der Actinomycetales-Bakterien gehörendes Bakterium namens *Frankia* hervorgerufen. Das Bakterium neigt zur Filament- und Mycelbildung und wird deshalb in der Umgangssprache

als Strahlenpilz bezeichnet. Es lebt innerhalb der Wurzelknolle und versorgt den Baum mit Luftstickstoff, den dieser für seine Eiweißsynthese benötigt.

Frankia selbst bezieht seine Nährstoffe aus dem Stoffwechsel der Erle. Ohne dieses symbiontische Zusammenleben mit dem Bakterium Frankia bleibt die Erle in ihrem Wachstum sehr kümmerlich (Werner, 1987). Auch andere Pionierpflanzen der Kiesbänke und des Spülsaums wie zum Beispiel verschiedene Kleearten bilden mit stickstoffbindenden Bakterien Symbiosen und können so diese Extremstandorte besiedeln.

Die schmalen und länglichen Blätter der überflutungstoleranten Weiden (Silberweide, Bruchweide, Uferweide) der Weichholzaue bieten dem Wasser wenig Widerstand. Die Äste der Bruchweide, einer der Hauptweidenarten der Weichholzaue, brechen bei starkem Zug oder Druck an speziellen Sollbruchstellen ab. Die fortgeschwemmten und an anderer Stelle angespülten Zweige schlagen bald wieder aus und tragen zur Verbreitung der Art bei (Ellenberg, 1986).

Auf die regelmäßig überschwemmte Weichholzaue folgt weiter landeinwärts die höher gelegene Hartholzaue, die nur noch von Spitzenhochwässern erreicht wird. Hier können sich dauerhafte Auenwälder mit einer überaus üppigen und vielfältigen Kraut- und Strauchflora entwickeln. Bei den im Vergleich mit der Weichholzaue wesentlich kürzeren und nicht so hohen Überflutungen treten kaum sauerstoffzehrende Bodenverhältnisse auf. Die Mineralstoffversorgung ist optimal, und auch die Lichtverhältnisse sind im Bodenbereich für die Entwicklung der Unterholzarten noch völlig ausreichend. Allein schon der Baum- und Strauchartenreichtum der Hartholzaue ist auffallend: 30 Strauch- und 20 Baumarten sind in „alten“ Auenwäldern des Rheins keine Seltenheit. Ein normaler Wirtschaftswald ist mit drei oder vier Arten dagegen extrem artenarm (Kutter & Späth, 1993).

Ulme, Esche, Eiche und Ahorn lassen noch genügend Licht auf den Boden fallen, sodass auch viele Blütenpflanzen im Hartholzauenwald anzutreffen sind. Gelbsterne, Blaustern, Bärlauch, Aronstab, Einbeere und Buschwindröschen sind nur einige wenige Beispiele. Wilder Hopfen, Waldrebe und Efeu sind als Schlingpflanzen vor allem an Bäumen der Waldränder oder der Waldlichtungen zu finden.

Auenfauna

Der Reichtum an vielen kleinen Auenabschnitten, die unterschiedliche Lebensbedingungen bieten, ist nicht nur Grundlage der Pflanzenvielfalt. Entsprechendes gilt auch für die Tierwelt der Auen. Kaum eine andere Landschaft beherbergt so viele Tierarten wie eine natürliche oder naturnahe Flussaue.

Der Großteil aller Tierarten wie Pflanzenarten kommt natürlich auch in anderen Bereichen vor, sofern sie vergleichbare ökologische Bedingungen bieten. Auenarten wie z.B. der Laufkäfer *Bembidion spec.*, die an Lebensräume mit schwankenden Wasserständen angepasst sind, besiedeln auch regelmäßig trockenfallende Ufer von Talsperren (Tamm, 1982).

Vor allem die vielen kleineren und größeren Auengewässer innerhalb der Flussauen - seien es die mäßig durchströmten Altarme oder die nach einem Hochwasser zurückbleibenden Auen-Tümpel - beherbergen eine reiche Tierwelt. Viele Amphibien und zahlreiche Fischarten, wie z.B. der Hecht, suchen innerhalb bestimmter Lebensabschnitte (Laichzeit) Altarme auf und verbringen dort die Larval- bzw. Jugendzeit. Auch unter den Eintagsfliegen, Köcherfliegen und Libellen gibt es typische Altarm-Organismen, die auch Extremsituationen angepasst sind. Besonders die kleineren Auengewässer, die in Trockenphasen mit sinkendem Grundwasserstand keinen Wassernachschub bekommen und austrocknen, stellen für viele Tiere (z.B. Fischbrut) eine gefährliche Falle dar. Nur Tiere, die sich auf Trockenphasen einstellen können, überleben diese Extremsituation.

In naturnahen Auen begegnet man auf engstem Raum Tierarten, die in den anderen Großlandschaften weit verstreut vorkommen. Deutlich wird dieses besonders bei der Vogelwelt der Auen. Flussauen bieten sowohl große Freiflächen (Offenlandstrukturen) für Regenpfeifer, Brachpieper und Schwarzkehlchen als auch ausgedehnte Auenwälder mit großem Totholzanteil für Spechte, Meisen und Baumläufer. Die Röhrlichtzonen stellen die Brut- und Nahrungshabitate für Rohrsänger, Laubsänger und Grasmücken dar, während für Uferschwalben und Eisvögel die Prallhänge der Gewässer lebensnotwendig sind, denn sie bauen in diese Steilhänge und Uferabbrüche ihre bis zu 70 Zentimeter langen Brutröhren (vgl. Reichholf & Reichholf-Riem, 1982; Meier-Peithmann et al., 1986; Gerken, 1988; Siepe, 1994). Während der Eisvogel die Uferbereiche des Hauptflusses besiedelt und bei Hochwasser zum Nahrungserwerb auf die Nebengerinne und Altarme zurückweichen kann, findet man den Pirol in den lichtdurchfluteten Eichen-Ulmen Wäldern der Hartholzaue. Der scheue und wärmeliebende Vogel benötigt deckungsreiche Laubkronen und sonnenexponierte Randräume. Wegen des Insektenreichtums in den Weichholz- und Hartholzauen, der auf den hohen Totholzanteil zurückzuführen ist, findet der Pirol ein abwechslungsreiches Nahrungsangebot vor (Gallusser & Schenker, 1992; Glutz v. Blotzheim & Bauer, 1993). Jeder Kleinbereich der Aue, angespültes Material auf den

Geröllbänken, umgestürzte Weidenriesen oder die zahlreichen stehenden und fließenden Kleingewässer, hat seine spezielle Insektenfauna. Mit rund 1000 Arten besonders stark vertreten ist die Klasse der Käfer, von denen etliche besonders im reichlich vorkommenden Altholz ideale Larven-Lebensräume haben wie z.B. der selten gewordene Hirschkäfer. Andere Arten, wie der Kolbenwasserkäfer oder der Gelbrandkäfer, besiedeln die langsam fließenden Kleingewässer oder - wie der Sandlaufkäfer - den Spülsaumrand und die Geröllbänke. Nach einem Hochwasser werden trockengefallene Flussinseln von Laufkäferarten rasch wieder besiedelt. Diese Pionierarten sind durchweg flugfähige Käfer, die auf der Insel kurzfristig neue Lebensgemeinschaften aufbauen und sich durch die immer wiederkehrenden Hochwasser keineswegs irritieren lassen. Durch ihr Fluchtverhalten können sie den Überflutungen ausweichen und so letztlich dauerhafte Bestände auf den Sand- und Kiesinseln bilden. Eine Laufkäferart (*Bembidion tetracolum*) weist mit einem ausgeprägten Flügeldimorphismus sogar zwei genetisch unterschiedliche Subpopulationen auf. Auf den Inseln kommen überwiegend langflügelige Individuen vor, während die kurzflügeligen und flugunfähigen Käfer den Hauptanteil der Landpopulation bilden (Siepe, 1994). Besonders eng sind die Bindungen der Libellen an die unterschiedlichen Ökofaktoren der Auengewässer: Innerhalb einer gut strukturierten Aue leben 20 bis 30 verschiedene Libellenarten, die alle unterschiedliche Ansprüche an den Lebensbereich stellen und sich daher in keiner Weise gegenseitig ausschließen (Gerken, 1988).

Weil Auen und ihre Auwälder auf engstem Raum unterschiedlichste Lebensbedingungen aufweisen, liegen Mangel und Überfluss an Nahrung oft unmittelbar nebeneinander. Entsprechend kommen auch bestimmte Tiere oder Pflanzen in der Aue zu bestimmten Zeiten massenhaft vor, wenn sie die passenden Lebensbedingungen vorfinden. Natürliche Auen mit ihrer großen Flutdynamik können daher keine stabilen Dauerzustände aufweisen. Massenentwicklungen bei Stechmücken, die manchmal zu Hunderttausenden pro Quadratmeter Wasseroberfläche heranwachsen, sind für Auen ebenso normal wie hohe Zahlen heranwachsender Jungfische: Krautlaicher wie Rotaugen, Schleie und Brachse besiedeln unter Umständen in riesigen Schwärmen die Altarme oder Auen-Tümpel. Ihre Kinderstube in den temporären Tümpeln kann mitunter recht risikoreich sein, wenn durch den sinkenden Wasserstand der Kontakt mit dem Freiwasser plötzlich unterbrochen wird (Gepp, 1985 b).

In den pflanzenbestandenen Gewässerzonen der Auen-Altarme und ihrer Nebengewässer laichen viele Fischarten ab. Die Jungfische verbringen hier die ersten Monate, bevor dann der Großteil von ihnen in den Hauptstrom abwandert. Hierzu gehört vor allem der Hecht, der sich ausschließlich von anderen Fischen ernährt, abgesehen von den ersten Lebenswochen, in denen er Plankton und kleine Wirbellose frisst. Am Rhein haben neueste Untersuchungen gezeigt, dass nicht nur Fische ihre "Wiege" in den Auengewässern haben, sondern dass auch viele Wirbellose

(Insekten, Schnecken) und vor allem Kieselalgen aus den Auengewässern in den Hauptstrom gelangen. Während die Wirbellosen Nahrung für die im Hauptstrom vorkommenden Fische sind, spielen die Kieselalgen für die biogene Sauerstoffproduktion des Flusses eine wesentliche Rolle (Obrdlik, 1994; Putz, 1994).

Unter den Säugetieren der Auen ist vor allen anderen Tieren der Biber zu nennen, der durch seine Bau- und Fressaktivität Bach- und Flussauen aktiv mitgestaltet. Die Bestandszahlen des Bibers haben sich in den letzten Jahren durch erfolgreiche Ansiedlungsversuche stark verbessert. Reichstrukturierte Flussauen mit Steilhängen und abwechslungsreichen, regenerationsfähigen Nahrungshölzern (Silberweiden, Erlen, Pappeln, Traubenkirschen) gehören zu den bevorzugten Biberbiotopen (Schneider & Schulte, 1985; Geiersberger, 1986; Schulte & Schneider, 1989; Reichholf, 1993). Die vorstehend geschilderten Verhältnisse treffen in ihrer Gesamtheit auf naturnahe Auen zu, die es bei uns nur noch an wenigen Flusssystemen gibt. Zwischen diesen naturnahen Auen und den Auen, die durch Industrialisierungen vollständig vernichtet wurden, gibt es in vielen Landesteilen Auen, die zwar landwirtschaftlich genutzt werden, aber noch einen freien Zugang zum Fluss haben.

Einfluss des Menschen

Der Mensch hat immer die Nähe der Flüsse gesucht. Der Fluss gab ihm Trinkwasser, Nahrung und Energie. Die hochwassergefährdete Flussaue wurde von unseren Vorfahren nicht besiedelt, sie wurden auf den höhergelegenen Mittelterrassen und Hangbereichen sesshaft. Doch recht bald - vielerorts schon im 7. bis 9. Jahrhundert - vergrößerten sich die Siedlungen wegen des Bevölkerungswachstums, sodass die Talauen immer mehr in den direkten Einflussbereich des Menschen rückten. Rodungen und anschließende landwirtschaftliche Nutzungen des fruchtbaren Auenbodens, Regulierung des Abflusses zur Aufrechterhaltung eines konstanten Wasserflusses sowie umfangreiche Begradigungen und Eindeichungen der Flüsse zum Schutz der nun im Hochwasserbereich angelegten Siedlungen erreichten im 19. und 20. Jahrhundert ihren traurigen Höhepunkt. Vorher kam es jedoch in vielen Auen zu umfangreichen und langandauernden Versumpfungen, da Flüsse zur Energiegewinnung aufgestaut wurden, was eine Erhöhung des Wasserstandes in den Auenbereichen mit sich brachte. Ob Eindeichung, Industrialisierung oder Besiedlung der Aue, die Konsequenzen für Pflanze, Tier und Mensch sind in jedem Fall gravierend.

Intakte Auen sind als Hochwasserschutz für die flussabwärts gelegenen Bereiche und damit für die dort lebenden Menschen lebenswichtig. Der anschwellende Fluss kann sich in die Auenzonen ausdehnen, wobei die Strömungskraft des Wassers gebremst wird. Die überfluteten Auen und die

mehrere Meter mächtigen Schotter- und Kiesschichten des Auenuntergrundes nehmen riesige Wassermassen auf. Sie fungieren wie überdimensionierte Schwämme in der Landschaft, die bei Hochwasser gewaltige Wassermassen speichern und diese bei Abklingen der Hochwasserwelle erst nach und nach an den Fluss zurückgeben.

Werden Flüsse stromnah eingedeicht, so werden die Auen vom Fluss abgeschnitten. Da die gedeichten Auen komplett aus der für sie lebensnotwendigen Hochwasserdynamik ausgeklammert werden, ist der Zusammenbruch der Auenbiozönose vorprogrammiert. Als weitere Folgen der Eindeichung und der wie beim Oberrhein damit einhergehenden Begradigung erhöhen sich Fließgeschwindigkeit und Tiefenerosion. Hochwasserwellen erreichen zwar nicht mehr die Auen, dafür aber umso schneller die weiter flussabwärts gelegenen Bereiche, die nicht eingedeicht sind. Gerade in den letzten 20 Jahren haben die Hochwasserereignisse zugenommen. Auffallend sind hierbei auch die vielen starken Hochwasser während der Vegetationsperiode, die nicht von schmelzendem Schnee gespeist werden. Sie sind die Quittung für die Eindeichung von großen Überschwemmungsflächen und die immer weiter fortschreitende Versiegelung der Landschaft.

Am gut untersuchten Oberrhein sind seit der Tullascher Rheinbegradigung (1817 - 1879) und den folgenden Ausbaumaßnahmen bis 1977 von den rund 1000 km² Überschwemmungsfläche genau 860 km² vernichtet worden. Gleichzeitig wurde der Rhein zwischen Basel und der hessischen Landesgrenze um rund 81 km verkürzt. Durch natürliche Erosion, die Tullaschen Rheinbegradigungen, den Vollausbau des Rheins als Schifffahrtsstraße und den Bau des Rheinseitenkanals veränderte sich die Zusammensetzung der Auenwälder drastisch: Durch die starke Grundwasserabsenkung werden in den heutigen Auen vor allem solche Pflanzenformationen begünstigt, die trockene Standorte bevorzugen. Wuchs noch 1825 auf rund 80 % der Auenfläche Ulmenwald, so schrumpfte dieser Anteil bis 1980 auf rund 9 % der Fläche. Der Anteil an Silberweidenwald sank im selben Zeitraum von 12 auf 2 %. Dagegen vergrößerten in diesen 155 Jahren Eichen-Hainbuchen-Mischwälder ihren Flächenanteil von nur 2 auf 72 %. Vergleicht man den Zustand um 1800 mit den heutigen Verhältnissen, so weisen heute gerade mal 6 % der Auenflächen zwischen Basel und Iffezheim (rund 170 km) noch typische Auenbedingungen auf. Nur auf 1 bis 2 % der Flächen sind intakte Auenbiozönosen erhalten (Hügin, 1981).

Zusätzlich zur Vernichtung der Auenbiozönose bedeutet jede Bebauung der Aue eine Beeinträchtigung der Wassergüte und der Trinkwasserqualität. Besonders in unseren Mittelgebirgslandschaften und in den Alpen sind leicht und preisgünstig zu besiedelnde Landschaftsteile rar. Während der Mensch mit seinen Siedlungen und Verkehrswegen früher die Auen weitgehend mied, werden heute Industrieanlagen, Siedlungen und Verkehrsstraßen in die

Auen gelegt, da die Erschließung des ebenen Geländes wesentlich billiger und leichter zu bewerkstelligen ist als bei vergleichbaren Hanglagen. Gerade bei Talauen-Industrialisierungen werden in gigantischem Ausmaß wertvolle Auenbereiche vernichtet. Um jeder Überflutung der bebauten Bereiche vorzubeugen, wird nicht nur ein Hochwasserschutzdamm errichtet, sondern die Aue auch meterhoch mit Schottermaterial aufgefüllt. Das Füllmaterial wird tagelang unter hohem Druck festgestampft. Sämtliche Kleinkapillarräume des Auenbodens und der Kiesschichten werden durch den gewaltigen Massendruck zusammengedrückt bzw. vernichtet. Solche Auen stehen für die Reinigung des Wassers nun nicht mehr zur Verfügung. Unter natürlichen Bedingungen fließen in den Kapillarräumen der Schotter- und Kiesschichten gewaltige Wassermassen, die sich mit einer Geschwindigkeit von mehreren Metern oder auch nur wenigen Zentimetern pro Tag dem natürlichen Gefälle folgend durch den Auenuntergrund fortbewegen und nach Tagen oder Wochen wieder dem freifließenden Wasser des Flusses zugeführt werden.

Die Geschwindigkeit ist von der Zusammensetzung des Untergrundes abhängig. Sie beträgt zum Beispiel in dem Auenschotter der unteren Ruhrauen 3,5 mm/s. Im Verlauf dieser Untergrundpassage wird das Wasser durch die Abbautätigkeit von Mikroorganismen vom mitgeführten organischen Material gereinigt. Auen fungieren somit im normalen Fließwasserhaushalt als notwendige und effektive Filter. Jede Beeinflussung dieser Filtertätigkeit stellt alle Anstrengungen zur Verbesserung der Wasserqualität in Frage und steht den Zielen einer problemlosen Trinkwasserversorgung diametral gegenüber.

Der größte „Auenfresser“ sind die Verkehrswege, die für Schiff (Kanal), Auto und Bahn verkehrsgünstig und vor allem preiswert in die Auen hineingestanzte werden. Neben der unmittelbaren Zerstörung des benötigten Auenareals werden die weiter entfernt liegenden Bereiche durch Lärm, Abgas und Abwässer (Straßenabrieb, Öl etc.) massiv geschädigt, sodass empfindliche Tiere (besonders Vögel) abwandern. Negative ökologische Konsequenzen ergeben sich auch durch den Bau von Schifffahrtswegen in ehemals naturnahen Auen wie z.B. beim Main-Donau-Kanal (vgl. Liedel & Dollhopf, 1993).

Kaum ein Jäger oder Angler käme auf die Idee, beim Ansitz oder bei der Pirsch in den Auen ein bedeutender Störenfried zu sein. Auen ziehen nicht nur aufgrund des mitunter recht hohen Entenbesatzes und Fischbestands Jäger und Angler an. Als naturverbundene Menschen schätzen beide Gruppen die urwüchsigen und einsamen Auenbereiche, in denen sie als Privilegierte ihrem Hobby nachgehen dürfen. Otto-Normalverbraucher bleibt außen vor: Die meisten noch naturnahen Auenbereiche sind Naturschutzgebiete und für ihn tabu - erfreulicherweise! Selbst Biologen dürfen diese hochsensiblen Bereiche nur mit Ausnahmegenehmigungen betreten. Jagd und Fischerei sind aber erlaubt. Sie stehen den Zielen des Naturschutzes nicht entgegen - meint

der Gesetzgeber, und dies trotz massiver Beeinträchtigung von Flora und Fauna sowie einer auch heute noch immer unterschätzten Bleibelastung des Ökosystems durch Schrotschüsse (Mooij, 1990).

Umfangreiche und detaillierte Untersuchungen in dem als Europareservat ausgewiesenen Naturschutzgebiet „Unterer Inn“ zeigten eindrucksvoll, wie gravierend die Jagd in das Ökosystem eingreift. Hierbei fiel weniger die Gesamtzahl der abgeschossenen Enten (rund 5 % vom Gesamtbestand) ins Gewicht, sondern vielmehr die Vertreibung der Enten durch die Schüsse. So verließen in zahlreichen beobachteten Fällen mehr als 27.000 Enten (das sind 55 % des aktuellen Bestandes) für längere Zeit den bejagten Flussschau. Als wichtige Wasserpflanzen- und Schlammfauna-Verzehrer, die erhebliche Energiemengen aus dem Gewässer exportieren, wirkt sich ihr Fehlen sehr negativ auf die Wasserqualität aus (Reichholf & Reichholf-Riem, 1982; Reichholf, 1993).

Bedeutend sind auch die Störeffekte der Angler in unseren Auen. Mit dem Beginn der Paarungs- und Brutzeit der Ufervögel endet die Schonzeit für die meisten Fischarten. Genau in der Phase, in der die Vogelwelt absolute Ruhe haben muss, strömen Scharen von Anglern zu den Gewässern und beeinträchtigen in stärkstem Maße die Avifauna unserer Auen und Flüsse. Angler, die wie eine Perlenschnur aufgereiht alle 20 Meter in der Ufervegetation stehen, sind an Flüssen in Siedlungsnähe keine Seltenheit. Es gilt die Faustregel, dass ein am Ufer stehender Angler links und rechts von sich ein Störfeld von jeweils 250 Metern produziert. Auf der Strecke bleiben hierbei nicht nur die Fische, sondern vor allem die scheuen und seltenen Vogelarten (Reichholf, 1988) und auch die Ufervegetation (Schmidt, 1986). Ebenso gravierend sind die Besatzmaßnahmen der Angler, die in der Regel durchgeführt werden, um „jedem Angler seinen Fisch“ zu gewährleisten (vgl. Bunzel-Drücke, 1991). Neben den Anglern und Jägern gibt es noch die große Gruppe der Erholungssuchenden, die als Bootswanderer, Kanusportler und Tagescamper an den Flussufern und in den Auen zu finden sind. Aber auch die Hobby-Ornithologen, die frühmorgens oder spätabends in die Auen pilgern, sind Störfaktoren. Der Freizeitdruck, der von diesen Personen auf Flora und Fauna der Auen ausgeht, hat in den letzten Jahren sehr stark zugenommen.

Auenschutz

Die Spitzenhochwasser der letzten Jahre haben neben all dem Schrecken einen positiven Aspekt gehabt: Schaffung von Wasser-Rückhalteräumen an den größeren Flüssen heißt heute die Devise. Die hierbei entstehenden Überschwemmungsbecken sollen so naturnah gestaltet werden, dass sich bei gleichzeitiger Rückhaltung überschüssiger Mineralstoffe eine naturnahe Auenbiozönose bilden kann. Die finanziellen Belastungen sind für die Länder enorm. Das Land Nordrhein-Westfalen wird in den nächsten Jahren entlang des Rheins Rückhaltebecken mit einem Speichervolumen von rund 100 Millionen Kubikmetern schaffen. An den größeren Nebenflüssen des Rheins, der Lippe, der Ruhr und der Ems hat das Land bereits 325 ha Auen aufgekauft und als natürliche Retentionsflächen entwickelt. 125 Millionen DM stellte NRW bislang allein für zahlreiche Renaturierungsflächen an den vielen Fließgewässern des Landes zur Verfügung. In den Jahren 1991 und 1992 wurden an den drei Flüssen Ems, Lippe und Rur (Eifel) 8.000 ha Flussauen als Naturschutzgebiete ausgewiesen, wobei die ganzheitliche (Stichwort Biotopverbund) und nicht die kleinräumige, punktuelle Unterschutzstellung verfolgt wurde (Hübner-Misiak et al., 1994).

Der Ausbau und die Belastung unserer Flüsse hat unter den Fischen besonders die sogenannten Friedfische (Karpfenartige) begünstigt, während die Raubfische durch den Mangel an Laichgebieten zurückgedrängt wurden. Dies wird besonders im Rhein deutlich, der in allen Gewässerabschnitten und Nebengewässern einen hohen Rotaugenbestand aufweist. Mit der ökologischen Neugestaltung der Altarme wird es nach Ansicht von Fischbiologen zu einem Anstieg der Hechtbestände kommen, was sich auf die Regulierung der dominanten Fischarten positiv auswirken wird.

Aber auch die im Hauptstrom lebenden Arten suchen bei Hochwasser oder Giftunfällen Altarme als Refugialräume auf. Einige dieser Rheinseitengewässer können mit Hilfe von Einlassbauwerken und Schiebern geschlossen werden, sodass bei Giftunfällen ein größtmöglicher Schutz erreicht wird. Selbst Baggerseen, die in größeren Auen recht häufig vorkommen, können für viele Fischarten bei entsprechendem Anschluß an den Fluss zu recht bedeutsamen Kinderstuben und Rückzugsbiotopen werden (Schröder & Rey, 1991; Leiek & Buhse, 1992). Trotz großer finanzieller Anstrengungen kommt die Hilfe für viele Auen zu spät. Eine einmal vernichtete Aue mit der für sie typischen Lebensgemeinschaft lässt sich nicht bzw. nur sehr schwer wieder vollständig renaturieren. Für andere Auen, so zum Beispiel für die vielen noch relativ naturnahen Bereiche in den neuen Bundesländern (Saale, Elbe, Neiße, Oder), ist es eine Minute vor Zwölf. Hier gilt es, schnellstens Schutzprogramme und ein langfristiges Biotop-Management zu entwickeln bzw. weiterzuverfolgen, will man eine Zersiedlung und Zerstörung der Auen verhindern (vgl. Plachter, 1991). Dass solch ein Auenmanagement nicht nur die

Anrainerstaaten betreffen kann, sondern im Einzelfall weit darüber hinaus zu gehen hat, zeigt sich im Bereich „Unterer Niederrhein“. Hier überwintern mehr als 150.000 Wildgänse (hauptsächlich Bläss- und Saatgänse), deren weitentfernte Brut- und Wandergebiete ebenso in eine Schutzstrategie eingeschlossen werden müssen wie die eutrophierten Grünlandflächen, Acker- und Altrheinarme des rund 29.000 ha großen Auenbereiches (Mooij, 1993). Auenschutz ist auch an kleinen Flüssen sehr wichtig. Aber selbst einfache, zeitlich begrenzte, aber höchst wirkungsvolle Schutzmaßnahmen, wie etwa Angler, Kanuten und Erholungssuchende während der Brutzeit aus sensiblen Kleinauenbereichen zu verbannen, sind nahezu unmöglich. Die meisten Menschen sehen nicht ein, dass sie auch als Naturliebhaber letztlich doch nur stören.

Auen im Unterricht

Im Zusammenhang mit Auen ergibt sich für den Biologieunterricht eine Fülle von Themen mit unterschiedlichen Blickrichtungen. Hierbei können, je nach Jahrgangsstufe, stärker einzelne Organismen oder aber die Nutzung der Auen im Vordergrund stehen. Im Rahmen von Projekten oder Studientagen sind „Auen“ auch ein geeignetes Beispiel für einen fächerübergreifenden, handlungsorientierten Unterricht. Projekte wie „Industrialisierung einer Aue“, „Landwirtschaft in der Aue“ oder „Trinkwasser aus der Aue“ zeigen eine hohe gesellschaftliche Praxisrelevanz und Interdisziplinarität.

Intakte Auen sind rar und streng geschützt. Schon aus diesem Grund kommt eine Exkursion in diese naturnahen Bereiche selten in Frage. Vielmehr werden den Kolleginnen und Kollegen Auen zur Verfügung stehen, die allesamt mehr oder weniger stark „anthropogen überformt“ sind, wie man heute Umweltzerstörungen elegant zu umschreiben pflegt. Bei der Darstellung der naturnahen Auenverhältnisse, die den Schülern innerhalb einer Unterrichtsreihe ja irgendwann gegeben werden muss, bieten sich zwei Wege an. Zum einen können die Verhältnisse anhand von Bildmaterialien erarbeitet werden. Darüber hinaus besteht an einigen wenigen Umweltstationen und Ökologiezentren die Möglichkeit, mit der Klasse oder dem Kurs unter fachkundiger Leitung und umweltverträglich einen Einblick in naturnahe Auen zu bekommen. Wer als Lehrkraft je mit einer Schülergruppe in der freien Natur unterwegs war, weiß, dass trotz aller guten Vorsätze die Natur doch oftmals auf der Strecke bleibt. Eine Exkursion in naturnahe Auenbereiche sollte, wenn überhaupt, nur unter der Führung von ortskundigen Biologen auf ausgewiesenen Wanderwegen und unter strikter Beachtung der Naturschutzgesetze durchgeführt werden.

Auch eine Kursexkursion mit Bootsfahrt durch den Taubergießen oder zu den hunderttausend Wildgänsen, die in den Niederrheinauen bei Rees überwintern, ist für alle Teilnehmer sicherlich eine einmalige Sache. Realbegegnungen dieser Art sind wichtig und bei manchem Schüler von prägendem Wert, denn sie wecken Begeisterung und Emotionen. Werden diese Fahrten jedoch nicht im Sinne eines aktiven Auenschatzes im heimatlichen Bereich vor- und nachbereitet, sollten sie am besten ganz unterbleiben (vgl. Drütjens, 1988). Auenbiologie ist Umwelterziehung, die am besten und effektivsten in der Lebensumwelt der Schüler stattfindet. Hier, in unmittelbarer Nähe des Siedlungsraums trifft man in der Regel auf Auen, die trotz ihrer landwirtschaftlichen Nutzung oder Bebauung noch typische Auenmerkmale aufweisen. Aspekte des Naturschutzes haben in diesen Auenbereichen eher eine untergeordnete Bedeutung, sodass sie auch für Klassen und Kurse gut zugänglich sind. Selbst im Ballungsraum Ruhrgebiet gibt es an der Ruhr noch zahlreiche Fluss- und Auenbereiche, deren unterrichtliche Bearbeitung sehr lohnenswert ist. Richtungsweisend sind in diesem Fall die Aktivitäten der Rheinisch Westfälischen Wasserwerke, die in Mülheim zwei hochmoderne Wassermuseen, einen Flusslehrpfad und viel Informationsmaterial für Schulklassen und die interessierte Öffentlichkeit zur Verfügung stellen. Bei der Behandlung charakteristischer Auenpflanzen (Erle, Weide, Springkraut) und Auentiere (Bisam, Uferschwalbe, Laufkäfer, Libellen usw.) kann die jeweilige Art und die für sie notwendigen ökologischen Lebensbedingungen im Mittelpunkt stehen (Schmidt, 1991). Der Artbegriff ist hier nicht zu streng aufzufassen, vielmehr ist der Lebensformtyp gefragt. So ist es für die schulische Betrachtung völlig unerheblich, ob es sich bei der „Ufer“-weide um die Lavendel-Weide (*Salix eleagnos*), die Silber-Weide (*S. alba*) oder um die Korb-Weide (*S. viminalis*) handelt. Sie alle gehören zu dem Lebensformtyp „strömungs- und überflutungsresistente Schmalblatt-Weide“. Der Zugang zum Ökosystem Auen erfolgt am besten über einzelne ausgewählte Organismen, die charakteristische Anpassungsstrategien entwickelt haben. Unter extremen Standortbedingungen zeigen Pflanzen und Tiere in allen Systemen ihr „wahres Gesicht“, lassen leichter erkennen, warum sie vorkommen oder nicht. Ein Beispiel aus dem städtischen Bereich bietet die Wasseramsel, die selbst in stark ausgebauten Bächen anzutreffen ist und dort relativ leicht die für sie notwendigen Ökofaktoren aufzeigt (Fey, 1994). Beim Anblick der meterhoch unter Wasser stehenden Weiden (oder Erlen) wird Schülern sehr schnell klar, dass die typische Ufersaumpflanze spezielle Strategien entwickelt haben muss, um langandauernde Überflutungen überleben zu können. Ein wichtiger Ansatz zur Darstellung der heutigen Auenproblematik ist der Nutzungs- und Funktionswandel der Aue. Kartenstudien sowie Befragungen in Heimatarchiven und Landschafts- und Planungsämtern der jeweiligen Kommunen bringen ebenso wichtige Fakten zutage wie Schülerinterviews mit älteren Bewohnern der Aue (Landwirt, Fischer, Schleusenwärter).

Lohnenswert ist für geologisch/geographisch interessierte Schüler das Wiederfinden von ehemaligen Auen des Flusses, den sogenannten Terrassen, innerhalb der Talandschaft sowie deren Besiedlung im Verlauf der letzten Jahrhunderte. Bei Bauvorhaben auf und an den Terrassen lassen sich ehemalige Flussschotter, Fein- und Grobsedimente und unter Umständen sogar Fossilien nachweisen. Bodenkarten und geologische Karten der kommunalen Katasterämter bzw. geologischen Landesämter bieten wertvolle Informationen zu diesem nicht ganz einfachen, aber sehr spannenden Untersuchungsbereich (vgl. Machatschek, 1962; Coldewey, 1991; Richter, 1992). Renaturierungsmaßnahmen verbauter oder anderweitig belasteter Auenabschnitte lassen sich im kleinen Rahmen innerhalb des Klassen- oder Kursunterrichts erarbeiten bzw. auch praktisch durchführen. Zu nennen wären hier Erlen- und Weidenanpflanzungen an gehölzfreien Ufersäumen, die hindernisfreie Anbindung kleinerer Bäche an den Hauptfluss oder die Errichtung von Eisvogel- oder Uferschwalben-Steilwänden. Schwierig, aber wichtig sind Gespräche mit Anglern, Kanuten und Erholungssuchenden, die im Spätfrühling und Frühsommer - zur besten Brutzeit - Flüsse und Auen bevölkern. Während der Einfluss der Landwirtschaft in vielen Auen eher zurückgeht, nimmt der Druck unserer Freizeitgesellschaft auf die Auen zu. Hier können gut informierte Schüler im Rahmen von statistischen Untersuchungen, Befragungen oder auch Diskussionen mit Vertretern der Angler oder Kanuten mindestens moralischen Druck erzeugen. So wäre schon viel gewonnen, wenn Kanurennen vom Frühsommer auf den Herbst verlegt und Angler von April bis August freiwillig Ufergehölzzonen meiden würden. Dass Schüler sich im Rahmen eines derartigen Biologieunterrichts, der biologische, geographische, soziale und politische Aspekte integriert, hochmotiviert und handlungsorientiert für die Umwelt einsetzen und auch Verbesserungen erwirken, zeigt ein Projekt zum „Umgang mit der Natur in der Freizeit“ im westfälischen Werl (Dalhoff, 1993).

4.5.2 Spezifische ökologische Kennzeichen der Alzaue im Raum Trostberg

Neben Salzach, Tiroler Ache und Traun ist die Alz der wichtigste Fluss des Landkreises Traunstein. Die Alz ist ein allochthoner, würmeiszeitlich entstandener Fluss. Ihr komplettes System setzt sich aus der Tiroler Ache, die in den Chiemsee mündet, sowie aus dessen Ablauf, eben der Alz zusammen. Bei Altenmarkt mündet die Traun ein, deren Einfluss auf Wasserführung und Geschiebehaushalt der Alz erheblich größer ist, als der der Tiroler Ache. Zwischen letzterer und der Alz liegt der Chiemsee als „Absetzbecken“ und Hochwasserpuffer. Die Alz mündet bei Marktl im Landkreis Altötting in den Inn.

Bei einer Gesamtlänge von etwa 63 km entfallen auf den Landkreis Traunstein ca. 30 km. Diese Fließstrecke wird unterteilt in die „Obere Alz“, die vorwiegend die würmzeitliche Moränen- und Schotterlandschaft durchfließt (WWA Traunstein, 1996 a) und in die „Untere Alz“. So wird der Flussabschnitt zwischen der Einmündung der Traun in die Alz unterhalb Altenmarkt und der Mündung in den Inn bei Marktl bezeichnet (WWA Traunstein, 1996 b). Die Untere Alz durchfließt also noch kurz den Landkreis Traunstein und verläuft ab Tacherting im Landkreis Altötting.

Hierbei wird im Speziellen das **„Mittlere Alztal“** abgegrenzt: das Mittlere Alztal zählt zur naturräumlichen Haupteinheit „Alzplatte“ und erstreckt sich von der Traunmündung bis Burgkirchen im Landkreis Altötting. Gelegentlich (vgl. BayStMLU, 1994 a) wird für diesen Flussabschnitt auch der Begriff **„Mittlere Alz“** gebraucht. Als Bezugsbereich der vorliegenden Untersuchung sei dieser Flussabschnitt im Folgenden näher beschrieben.

Verwendete Abkürzungen:

RLBay: Rote Liste in Bayern (BayStMLU, 1987 u. 1994 c)

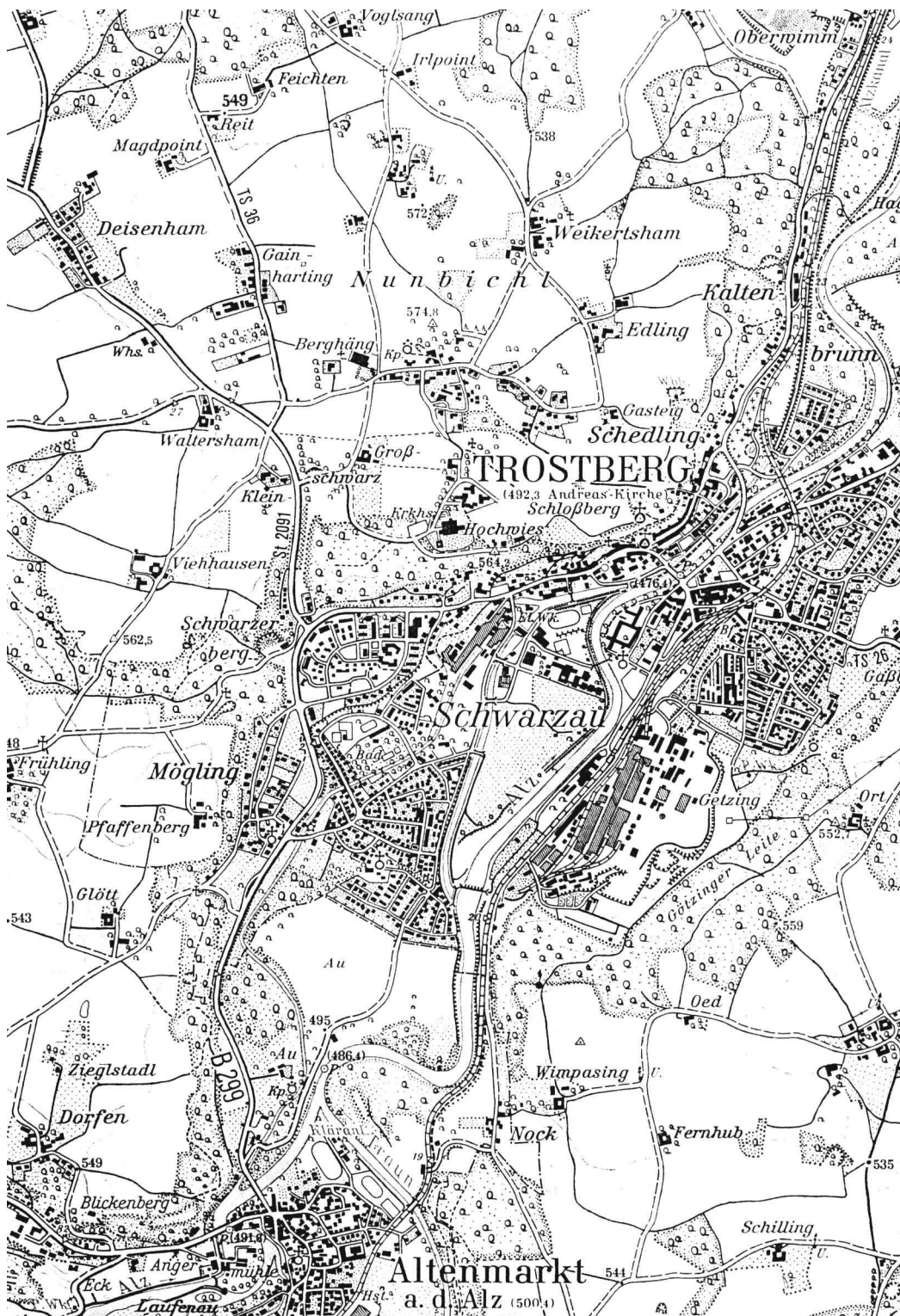
RLBay 2 stark gefährdete Art

RLBay 3 gefährdete Art

BayNatschG: Bayerisches Naturschutzgesetz (BayStMLU, 1982)

Topografischer Kartenausschnitt (1: 25.000):

(Bayerisches Landesvermessungsamt, 1995)



Allgemeine Charakterisierung

(nach BayStMLU, 1994 b)

Das Mittlere Alztal gehört zu der naturräumlichen Haupteinheit „Alzplatte“ und erstreckt sich insgesamt von der Traunmündung bei Altenmarkt bis Burgkirchen im Landkreis Altötting.

Während der Flusslauf selbst und sein rechtes Ufer ungefähr ab Neuschalchen dem Landkreis Altötting angehören, liegen sein westliches Ufer, seine Auen und Leitenhänge bis Straß überwiegend im Landkreis Traunstein.

Neben der eigentlichen Talaue, dem einstigen Überflutungsbereich, werden zum Naturraum „Mittleres Alztal“ auch die jungpleistozänen und postglazialen Schotterterrassen sowie die beidseitig steil aufragenden Talhänge gerechnet. Obgleich standörtlich von der eigentlichen Talaue völlig verschieden, bestehen doch gewichtige funktionale Zusammenhänge zwischen Talboden und Talleiten. Die naturräumliche Einheit „Mittleres Alztal“ umfasst 25,3 qkm, was gut 1,6 % der Landkreisfläche entspricht.

Mit Ausnahme der Traun erhält die Mittlere Alz keine größeren Zuflüsse mehr. Eine gewisse Bedeutung erlangt sonst nur noch der Gramshamer Mühlbach, der allein aus den Quellschüttungen bei Purkering gespeist wird. Im Anschluss an den Quellbereich verlässt dieser auf der Höhe von Neuschalchen den Landkreis Traunstein und mündet bereits auf der Höhe von Tacherting im Landkreis Altötting in die Alz. Der mittlere Wasserabfluss der Periode 1931/77 wird bei Seebruck mit 52 cbm/s, bei Altenmarkt mit 53,5 cbm/s angegeben: dazu kommen durch die Traun weitere 13,3 cbm/s. Bei Hochwasser können über die Alz und den Werkkanal bei Trostberg bis zu 509 cbm/s abfließen, bei Niedrigwasser etwa 13 cbm/s. Ein Großteil der Wasserführung, nämlich ca. 60 - 70 cbm/s, wird allerdings durch die zahlreichen, die Alz begleitenden Seiten- und Überleitungskanäle entnommen.

Die Mittlere Alz hat im Vergleich zu anderen Flüssen ein relativ starkes Gefälle von durchschnittlich 3,4 v.T. (vgl. Inn: 0,75 v.T.), was immer wieder zu reißenden Hochwasserfluten führte und der Alz ab der Traunmündung bei Altenmarkt das typische Erscheinungsbild eines voralpinen Furkationsflusses mit dynamischen Umlagerungsprozessen verliehen hat. Die Nutzbarmachung des großen Kraftpotentials sowie Hochwasserschutz und Landgewinnung in den Talauen waren die Beweggründe für die Korrekturen der Alz.

Flussmorphologie, Flusskorrekturen und Ausleitungen

Die Mittlere Alz war aufgrund ihres natürlich hohen Gefälles von 3,4 Promille ein voralpiner Furkationsfluss, der extreme Abflussschwankungen aufwies und immer wieder reißendes Hochwasser mit großen Überschwemmungen mitbrachte. Im Bereich von Tacherting nahm das Flussbett eine Breite von ca. 500 m ein, wovon die freien Wasserflächen der Alz 100 - 120 m ausmachten. Die Alz war aufgespalten in einen Haupt- und mehrere Nebenarme, die Schotterbänke und bewachsene Inseln umfassten. Bei mittlerem Niedrigwasser wurde eine starke Zonierung in flach überströmte Flussbereiche und in tiefere Rinnen mit Ausbildung eines variablen Strömungs- und Profilverlaufes bewirkt. Bereits Anfang letzten Jahrhunderts wurden erste Pläne entworfen, dieses riesige Wasserkraftpotential zu nutzen und dabei Fluren in den Talauen vor Überflutungen zu schützen und landwirtschaftliche Nutz- und Siedlungsfläche zu gewinnen. Die erste große Korrektur wurde dann aber erst am Anfang des 20. Jahrhunderts im Raum Trostberg durchgeführt. Die Korrekturpläne sahen eine „zügige Terrassierung“ des gestreckten Flusses bei einer Regelbreite von etwa 50 - 60 m und begleitende, sehr flussnahe Dämme vor.

Für den um 1910 erbauten Alzkanal werden der Alz am Wehr bei Trostberg-Schwarzau bis zu 40 cbm Wasser pro Sekunde entzogen. Der Gefälleunterschied zwischen dem flach geführten Kanal und der Alz wird über die Kraftstufen I (Trostberg) und II (Tacherting-Schalchen) zur Stromgewinnung genutzt. Nach der Wiedereinleitung in die Alz südlich Tacherting werden am Tachertinger Wehr für den Kanalabschnitt Tacherting-Hirten („Alz III“, Nutzung durch das SKW-Werk) erneut über 64 cbm/s entnommen. Die Nutzung der Wasserkraft war mithin Voraussetzung für die Entwicklung großer Industrien (Chemiedreieck Burghausen) wobei die Alz durch ihr großes Gefälle und ihre gesicherte Wasserführung besonders günstige Voraussetzungen besaß.

Die Kanalbauten entziehen dem Fluss enorme Mengen an Wasser und bewirken daher ebenso wie die alzbegleitenden Dämme auf gesamter Länge den Verlust der vorher ausgeprägten Fluss- und Auendynamik. Mit fehlender Geschiebeführung erodiert die Sohle und nach Angaben des Wasserwirtschaftsamtes Traunstein gräbt sich die Mittlere Alz weiterhin tiefer ein, so z.B. am Trostberger Wehr seit Ausleitungsbeginn bereits um 1,60 m. Der gefallene Grundwasserspiegel ließ viele Seitenarme versiegen und einstmals überschwemmte Auwälder austrocknen. Die bis April 1993 garantierte Restwassermenge von 3 cbm/s, die dem Alzmutterbett zugestanden wurde und im Abschnitt Tacherting-Hirten nur an etwa 140 Tagen im Jahr überschritten wird, kann die auespezifischen hydrologischen Erfordernisse keinesfalls erfüllen. Inzwischen ist die garantierte Restwassermenge auf 8 cbm/s erhöht worden. Eine gleichzeitige Bettauflösung, ohne die die

Wiederherstellung der Auendynamik nicht denkbar ist, hat jedoch nicht stattgefunden. Bisher liegen noch keine konkreten Daten vor, welche Auswirkungen die Erhöhung hat.

Trotz aller Beeinträchtigungen muss positiv vermerkt werden, dass die Alz keine Umwandlung in eine Stauseen- oder Staukanaltreppe erfahren musste. Mit Ausnahme weniger Wehre gibt es im Alzbett keine größeren Querbauten. Innerhalb des ca. 35 - 51 m breit verbliebenen Bettes kann die Rest-Alz gleichsam modellhaft und andeutungsweise natürlich mäandrieren und Schotter verschieben, was bei einer Erhöhung der Restwassermenge und gleichbleibend verengtem Flussbett allerdings verloren gehen kann. Würde man der Alz einen höheren Abfluss und auch den benötigten Raum für Umlagerungen, Prall- und Gleitufer gewähren, so wäre also ohne größere weitere Maßnahmen der Fließgewässercharakter vergleichsweise leicht wiederherzustellen. Dies ist an nur wenigen Flüssen des Alpenvorlandes überhaupt noch möglich.

Die geringe derzeit abfließende Wassermenge mit der verminderten biologischen Abbaukapazität wirkt sich auch negativ auf die Gewässergüte aus, die nach einstmaligen hohen Belastungen in der Gewässergütekarte nunmehr mit II (mäßig belastet) angegeben wird. Die Gewässergüte des Alzkanals zwischen Altenmarkt und Tacherting liegt allerdings immer noch bei II - III (kritisch belastet).

Die Etablierung von Hochstaudenfluren, die eher für einen Niederungsfluss denn für einen Alpenfluss typisch sind, spiegelt ebenfalls eindeutig die Eutrophierung des Flusswassers, die Konsolidierung der Kiesbänke und die fehlende Überschwemmungsdynamik wieder. Aus den gleichen Gründen fehlen die spezifischen präalpinen fluviatilen Schwemmlingsfluren, deren Artenpotential durch alte Literaturhinweise und Vorkommen an Sekundärstandorten in den Grundzügen dokumentiert ist.

Klima

Das Klima der gesamten Alzplatte ist mäßig kühl, die mittleren Niederschläge nehmen mit 950 mm/Jahr nördlich Tacherting bis 1100 mm/Jahr gegen Süden zu. Die mittlere Jahrestemperatur beträgt 7 - 8 °C. Das Alztal selbst weicht von der umgebenden Altmoränenlandschaft durch höhen- und reliefbedingt etwas abweichende Klimadaten ab, mit geringfügig höheren Durchschnittstemperaturen im Sommer, sowie geringeren Jahresniederschlägen.

Im Winter können Nebel- und Kaltluftansammlungen im Talboden, sowie häufige Inversionslagen das Klima des Talbodens prägen. Ein Luftaustausch mit dem Umland wird durch den Talverlauf quer zu den vorherrschenden Windrichtungen erschwert. Mit einer mittleren Jahresschwankung von 19,5 °C weist das Alztal damit etwas höhere Temperaturextreme im Jahresgang auf als die umgebende Altmoränenlandschaft. Die Luft ist zudem erheblich durch die Emissionen aus den Industrieansiedlungen im Alztal belastet.

Landwirtschaftliche Nutzung

Nach dem Agrarleitplan sind lediglich die eng mit Wäldern verzahnten Freiflächen der Auestufe zwischen Mussenmühle und Wajon als zusammenhängendes absolutes Grünland ausgewiesen. Südlich Hagenau liegt eine nicht beweidbare, da zu feuchte Grünlandfläche im Auwald. Die Niederterrasse gilt als ackerbar, wenngleich die flachgründigen, oft steinigen Böden keine anspruchsvolle Ackernutzung wie in der angrenzenden lössüberdeckten Altmoräne erwarten lassen. Tatsächlich wird derzeit aber ein Großteil der freien Flur selbst in der ehemaligen Auenstufe ackerbaulich genutzt, wobei der Maisanbau überwiegt. Stellenweise wird sogar bis ans Ufer der Alz geackert (Schrag, 1993).

„Diese Erscheinung ist insofern bedenklich, als die Standorte sehr grundwassernah sind und der Untergrund (meist Schotterterrassen) extrem wasserdurchlässig ist, was zu Einträgen von Pestiziden und Düngemitteln in das Grundwasser führt. Äcker im Überschwemmungsbereich unterliegen im Falle eines Hochwassers einem direkten Abtrag der Ackerkrume“ (Schrag, 1993).

Wo Äcker oder Intensivgrünland an Magerstandorte wie die ehemaligen Brennen bei Wajon angrenzen, gefährden sie diese durch randlichen Düngereintrag und -einwehung. Nach Schrag (1993) wurden im Zuge der vereinfachten Bewirtschaftbarkeit von Ackerland geomorphologische Erscheinungen wie Terrassenkanten, Flutrinnen und Altwasser planiert oder verfüllt, was zugleich zur Vernichtung der spezifischen Lebensgemeinschaften führte. Neben dem Ackerbau herrscht vorwiegend intensive Grünlandwirtschaft mit mindestens dreischürigen, entsprechend gedüngten Mähwiesen oder Weidewirtschaft vor. Extensivgrünland beschränkt sich auf wenige

kanalbegleitende Böschungen und Restflächen, wo es meist eng verzahnt mit fragmentarisch ausgebildeten Kalkmagerrasen, Altgrasfluren und trockenen Gebüschern vorkommt.

Arten- und Biotopausstattung

Im Gegensatz zur Oberen Alz, die durch die aufstauende Wirkung des natürlichen Nagelfluhwehrs nördlich Altenmarkt ein eher ruhig mäandrierender Flussabschnitt mit Tieflandcharakter ist, wies die Mittlere Alz bis zu Beginn der massiven Korrekptions- und Ableitungsmaßnahmen das für den Mittellauf von Alpenflüssen charakteristische Umlagerungsbild mit allen Vegetationstypen von der unbesiedelten Kiesbank über Anuellenfluren, Tamariskengebüsch, Weiden- und Erlenauen bis hin zur Hartholzaue auf. Dementsprechend waren auch bei der Fauna vor allem rheophile Arten zu finden. Nach Caspers (1983) ist das Besiedlungsspektrum der aquatischen Insekten aber auch heute noch durch den Zufluss der aus den Alpen kommenden Traun mitbestimmt.

Die flussbaulichen Maßnahmen sowie die anschließende industrielle und landwirtschaftliche Nutzung des Alztales haben den Talraum bis heute durch Auwaldrodung in besonders starkem Maße verformt. Trotzdem sind entlang der Alz und an den steilen Leitenhängen noch relativ ausgedehnte Flächen mit Wäldern bestockt, die nach dem Waldfunktionsplan Funktionen zum Schutz von Wasserhaushalt, Boden, Klima und gegen Immissionen erfüllen. Zudem handelt es sich meist um Wälder mit Lebensraumfunktion für bedrohte Tier- und Pflanzenarten, mit Erholungsfunktion für den Menschen und um Wälder mit besonderer Bedeutung für das Landschaftsbild. Die Wälder im Bereich der Mittleren Alz sind fast ausschließlich in Privatbesitz, ein nur geringer Prozentsatz (weniger als 2 %) gehört Körperschaften.

Vegetation

Als potentielle natürliche Vegetation (pnV) bezeichnet man diejenige Pflanzendecke, die sich unter den zu einem bestimmten Zeitpunkt herrschenden Umweltbedingungen einstellen würde, wenn der Einfluss des Menschen aufhören würde. Die pnV für den Zeitpunkt „heute“ wird als heutige potentielle natürliche Vegetation (hpnV) bezeichnet und dient als Orientierungshilfe bei der Gehölzartenauswahl für geplante Pflanzmaßnahmen.

Kennzeichnend für die Vegetation der Wildflusslandschaft waren fluviatile Schotterfluren mit präalpinen Schwemmlingen, Tamariskenfluren auf älteren, etwa alle 5 bis 20 Jahre umgelagerten Schotterbänken, Grauerlenauen im Überflutungsbereich, Hartholzauen des Eschen-Ahorn-Typs im Bereich episodischer Überflutungen, Trockenrasen und Pfeifengras-Kiefernwälder auf besonders flachgründigen, trockenen Schotterstandorten sowie Buchen- und Kiefern-Buchenwälder auf überschwemmungsfreien Niederterrassen.

Die steilen, flachgründigen Leitenwälder und Terrassenkanten sind potentiell von Buchenwäldern der frischen Ausprägung, an sonnseitigen Hängen der trockenen weißseggenreichen Ausbildung bestockt. Bei austretender Bodenfeuchte, in den Kerbtälchen und an den quellenassen Hangfüßen werden sie von Eschen-Ahorn-Wäldern abgelöst. Als kleine Besonderheit ist ein autochthoner Eibenbestand an der Hangleite bei Bergham zu nennen. Dieser wurde bereits 1979 unter der Bezeichnung „Eibenbestand Brunnleiten“ als Naturdenkmal naturschutzrechtlich gesichert.

Beschreibung und Verteilung der aktuellen Vegetation sind v. a. dem von Schrag (1993) erstellten Gutachten zur Ausweisung eines Landschaftsschutzgebietes zu entnehmen. Im Rahmen dieser Studie blieben allerdings die ausgedehnten Niederterrassen und Leitenhänge westlich der Bahnlinie von Kaltenbrunn nach Norden unberücksichtigt. Auch die Biotopkartierung beinhaltet keine Aussagen zu diesen Wäldern (Ausnahme: kleinere Abschnitte bei Giesmühle).

Wie der Vergleich bezüglich kartierter und als naturschutzfachlich höherwertig eingestufte Waldflächen im gemeinsamen Untersuchungsgebiet von Schrag (1993) und der Biotopkartierung zeigt, wurden durchaus biotopwürdige Leitenwälder im Rahmen der Biotopkartierung nicht berücksichtigt (eingeschränkte formale Erfassungskriterien der Biotopkartierung).

Deshalb ist anzunehmen, dass die zwar nicht kartierten aber großflächigen Leitenwälder nördlich Kaltenbrunn bis zur Landkreisgrenze ebenfalls hohe Wertigkeiten aufweisen dürften.

Bedingt durch die Steilheit der Leiten blieben hier großflächig Wälder von Rodungen und Nutzungsumwidmungen verschont. Allerdings sind die Leitenwälder sofern sie nicht zu steil sind, forstlich mehr oder weniger überprägt bzw. durch reine Fichtenparzellen unterbrochen. Buchenwälder begleiten die trockenen Standorte, Eschenwälder dagegen die feuchteren Partien. Typische Arten der Krautschicht im Unterwuchs der Buchenwälder sind Leberblümchen (*Hepatica nobilis*), Seidelbast (*Daphne mezereum*), Lungenkraut (*Pulmonaria officinalis*),

Goldnessel (*Lamium galeobdolon*) und Waldsanikel (*Sanicula europaea*). Die Krautschicht der eschenreichen Hangwälder deutet auf bessere Wasser- und Nährstoffversorgung hin und setzt sich aus Arten wie Giersch (*Aegopodium podagraria*), Ähriges Christophskraut (*Actaea spicata*), Hexenkraut (*Circaea lutetiana*) und Waldziest (*Stachys sylvatica*) zusammen.

Die floristischen Beziehungen der Wälder des Mittleren Alztals zu den Mischwäldern der Alpen wird z.B. durch die Vorkommen des Klebrigen Salbei (*Salvia glutinosa*) als dealpine Art dokumentiert.

Flächenmäßig zwar zurücktretend, aber naturschutzfachlich bedeutender, sind die nach Art. 6d BayNatSchG geschützten Bacheschenwälder an quellnassen Standorten. Im Bereich des austretenden Quellwassers konnten sich stellenweise Kalksinterterrassen ausbilden, in denen das kalkausfällende Quellmoos *Cratoneuron commutatum* vorherrscht. Als landkreisbedeutsame Art ist hier auch der Winterschachtelhalm (*Equisetum hyemale*) zu nennen.

Die ehemals weitläufig ausgedehnte Weichholzaue ist heute auf einen schmalen, die Alz innerhalb ihrer Dämme begleitenden Uferstreifen beschränkt. Nur hier unterliegt sie der bestandserhaltenden Flusssdynamik mit stark wechselhaftem Wasserstand und periodischen Überflutungen. Alle Weidengehölze außerhalb des Überschwemmungsgebietes sind als reliktsch zu bezeichnen. Unter Silber-, Lavendel-, Purpur- und Mandelweiden sowie Schwarzpappeln gedeihen üppige nitrophytische Hochstaudenfluren mit Brennessel (*Urtica dioica*), Springkraut (*Impatiens spec.*), Baldrian (*Valeriana officinalis*) und Mädesüß (*Filipendula ulmaria*). Im Ufersaum und in ehemaligen Altwasserrinnen dominiert das Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*). Etwas ausgedehntere Bestände der Weichholzaue begleiten die Alz nurmehr zwischen Mittermühle und Wajon. Im überwiegenden Uferbereich schließen die Dämme so eng an die Alz, dass eine typische Auenzonierung fehlt. Die Bestände der Weichholzaue unterliegen dem Schutz nach Art. 6d BayNatSchG.

An Stelle der Weichholzaue sind entlang der Dämme v. a. im Bereich des künstlichen Kanalbetts gepflanzte oder natürlich angeflogene Gewässerbegleitgehölze aufgewachsen, die häufig im Wechsel mit ruderalen Staudenfluren, Altgrasfluren oder auch Elementen der Kalkmagerrasen stehen. Wesentlich ausgedehnter als die Weichholzaue sind Bestände der ehemaligen Hartholzaue. Diese konnte sich sicherlich durch fehlende Überflutung und Absenkung des Grundwassers mit Sohleentiefung auf Kosten der ehemaligen Weichholzaue ausdehnen. Insgesamt wurde die Hartholzaue aber stark zurückgedrängt, da gerade die veränderten flussmorphologischen Gegebenheiten ein massives Vordringen der Wohn- und Industrieansiedlung sowie landwirtschaftlicher Nutzung im ehemaligen Auebereich ermöglichten. Auch in die verbliebenen Waldbestände wurde zumeist forstlich stark eingegriffen, weshalb heute Fichtendurchmischungen oder Fichtenreinbestände überwiegen.

Grundwassernahe Hartholzauwälder sind überwiegend aus Eschen aufgebaut. Bergahorn ist beigemischt. Der heutige Fichtenanteil liegt meist weit über dem natürlichen und wurde durch Absenken des Grundwasserspiegels sowie forstlich gefördert. In der Krautschicht überwiegen feuchte- und nährstoffliebende Arten wie Giersch (*Aegopodium podagraria*), Waldziest (*Stachys sylvatica*), Einbeere (*Paris quadrifolia*), Haselwurz (*Asarum europaeum*) und Türkenbund (*Lilium martagon*). Durch die hohe Zahl an Frühlingsgeophyten wie Bärlauch (*Allium ursinum*), Blaustern (*Scilla bifolia* - RL Bay 3), Märzenbecher (*Leucojum vernum* - RL Bay 3) und Gelbstern (*Gagea lutea*) sind die Ahorn-Eschenwälder Lebensraum einiger landkreisbedeutsamer Arten, deren Bestand vom Erhalt dieser im Frühjahr lichten Laubholzwälder abhängt. Die Ahorn-Eschenwälder der Hartholzaue unterstehen dem Schutz nach Art. 6d BayNatSchG, wenn begleitende Buchenwaldarten zurücktreten oder fehlen. Über höher gelegenen Terrassen ohne bedeutenden Grundwasseranschluss treten trockenheitsverträglichere Arten an die Stelle typischer Auenpflanzen. Dazu gehören de- und präalpine Arten wie die Weißsegge (*Carex alba*), der Stinkende Hainsalat (*Aposeris foetida*) und die ostalpin verbreitete Mandelblättrige Wolfsmilch (*Euphorbia amygdaloides*).

Bei noch größerem Abstand zum Grundwasser, d.h. auf mächtigen, durchlässigen Niederterrassenschottern gewinnt die Kiefer gegenüber den Edellaubhölzern an Bedeutung. Ausgesprochene Schneeheide - Kiefernwälder, wie sie an großen Alpenflüssen wie Isar und Lech bekannt und auch im Mündungsgebiet der Alz kleinflächig erhalten sind, fehlen allerdings. Nur in der Umgebung von Wajon sind lichte Kiefernbestände mit bemerkenswerter Krautschicht entwickelt. Die sehr lichten Bestände, evtl. durch frühere Waldweide gefördert, gehören zu den naturschutzfachlich bedeutsamsten Auwäldern des Naturraumes, da sich hier potentiell wärmeliebende und dealpine Magerrasenarten zusammenfinden. Die heutige Krautschicht wird allerdings von einer bracheanzeigenden Grasfazies aus Landreitgras (*Calamagrostis epigeios*), Fiederzwenke (*Brachypodium pinnatum*), Perlgras (*Melica nutans*) und Weißsegge (*Carex alba*) dominiert. Als Reste einer ehemals vermutlich ausgedehnteren de- und praealpinen Flora sind nur noch Dunkle Akelei (*Aquilegia atrata*), Weidenblättriges Rindsauge (*Buphtalmum salicifolium*), Kugelige Teufelskralle (*Phyteuma orbiculare*) und Großblütige Brunelle (*Prunella grandiflora*) zu nennen. Unter den Kalkmagerrasenarten konnten sich beispielsweise Hufeisenklee (*Hippocrepis comosa*), Hügelmeister (*Asperula cynanchicum*) oder Berg-Haarstrang (*Peucedanum oreoselinum*) behaupten.

Die letzten Reste ehemals ausgedehnter und artenreicher Kiefernwälder sind heute bedroht durch weitere Verbrachung und Verbuschung bzw. Verdunklung durch den zunehmenden Fichtenaufwuchs. Neben den bei Schrag (1993) erfassten Kiefernbeständen westlich von Wajon wurde durch die Biotopkartierung ein thermophiler, aber bereits sehr dichter Buschwald mit

ähnlichem Artenpotential südlich von Wajon erfasst. Als Reste einer wärmeliebenden Saumvegetation sind noch Edel-Gamander (*Teucrium chamaedrys*), Thymian (*Thymus pulegioides*), Echtes Labkraut (*Galium verum*) und Zypressen-Wolfsmilch (*Euphorbia cyparissias*) vorhanden. Der v.a. durch weitere Sukzession sowie durch vordringende Siedlungen bedrohte Bestand steht in Verbindung mit den ausgedehntesten Magerrasen des mittleren Alztales südöstlich von Wajon. Die ehemaligen Brennenstandorte waren zur Zeit der Biotopkartierung ebenfalls verbracht und unterlagen zunehmend der Gehölzsukzession sowie den randlichen Einflüssen der angrenzenden Ackernutzung. Seit wenigen Jahren werden sie im Auftrag des Landkreises einmal jährlich gemäht. Dieser Magerrasenbestand ist der letzte Rückzugsraum für landkreisbedeutsame Magerrasenarten. Auf den wechselfeuchten Standort des in einer Rinne gelegenen Bestandes deuten Pfeifengras (*Molinia caerulea*), Nordisches Labkraut (*Galium boreale*) oder Gekielter Lauch (*Allium carinatum* - RL Bay 3) hin. Als dealpine Elemente sind Weidenblättriges Rindsauge (*Buphtalmum salicifolium*), Großblütige Brunelle (*Prunella grandiflora*), Brillenschötchen (*Biscutella laevigata*) oder Kugelige Teufelskralle (*Phyteuma orbiculare*) vertreten.

Schrag (1993) stellte für die Kalkmagerrasen im mittleren Alztal eine vorläufige Artenliste zusammen. Demnach ist ein Drittel aller genannten Arten der Krautschicht als landkreisbedeutsam einzustufen. Mit Erhalt und Optimierung der Brennen, Wegraine, Terrassenkanten und Dammböschungen kann ein relativ hoher Anteil der im Landkreis so seltenen Magervegetation gesichert werden.

Das Siedlungsband Tacherting-Trostberg-Altenmarkt mit der Nord-Süd-verlaufenden Erschließungstrasse B 299 und der Bundesbahntrasse Garching-Traunstein hat heute große Lücken in die ehemalige Aue gefressen. Auwälder der spät- und postglazialen Auenstufe sind auf ein relativ schmales Band entlang der Alz zurückgedrängt. Auf den höher gelegenen wärmzeitlichen Niederterrassen, die die Auenstufe und die Leitenhänge verbinden, überwiegt heute die Ackernutzung. Nur entlang kleinerer Terrassenkanten konnten Altgrasfluren und extensiv genutzte Magerrasenreste erhalten bleiben.

Nach Schrag (1993) sind in den drei Talabschnitten (Leiten, Aue und Niederterrasse) kleinflächig nach Art. 6d BayNatSchG geschützte Feuchtflächen eingestreut. In verlandenden Altarmen der Aue dominieren Schilf und Großseggenriede mit wechselndem Anteil an feuchteliebenden Hochstauden und dem Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*). Wo im Unterhangbereich der Leiten wasserstauende Schichten angeschnitten sind, finden sich vereinzelte Sinterterrassen mit *Cratoneuron commutatum* als tuffbildende Moosart. Meist sind die Quellbereiche von Schwarzerlen-Eschen-Wäldchen überstanden, in deren Unterwuchs Riesenschachtelhalm (*Equisetum telmateja*) und Winterschachtelhalm (*Equisetum hyemale*) dominieren.

Fauna

Aus dem Naturraum ist eine aktuelle Wochenstube des Großen Mausohr bekannt. Auch aus der angrenzenden Alzplatte liegen entsprechende Nachweise dieser und anderer Fledermausarten vor. Große Mausohren jagen am Boden von Laubwäldern nach Laufkäfern u.a. Insekten und sind deshalb innerhalb ihres Jagdgebiets von 10 - 20 km Radius um das Quartier auf solche Bestände angewiesen. Da die Alzplatte selbst ziemlich ausgeräumt ist und ihre Wälder größtenteils aus reinen Nadelforsten bestehen, ist davon auszugehen, dass die letzten laubholzreichen Wälder der Leitenhänge und der Alzaue bevorzugtes Nahrungs- und Jagdgebiet der umliegenden Fledermauskolonien sind.

Für Sicherung und Erhalt der größten bundesweit derzeit bekannten Wochenstube der Wimperfledermaus in der Altmoränen- und Schotterlandschaft rechts der Alz sind aber auch gewässerbegleitende Gehölze und Gebüschgruppen mit insgesamt hohem Strukturreichtum unverzichtbar.

In dem Bereich der Mittleren Alz stellen vor allem die relativ großen Kiesbänke die wichtigsten und interessantesten Lebensräume für Vogelarten dar. Hier bieten sich geeignete, wenn auch nicht unbedingt angenommene Räume für die Charaktervögel der Kiesbänke wie den seltenen Flussregenpfeifer oder Flusssuferläufer. Hier können auch Eisvogel, Gebirgsstelze und Wasseramsel beobachtet werden.

Im Rahmen der Amphibienkartierung wurde die hohe Bedeutung einiger im Auwald gelegener Waldweiher oder wasserführender Altarme als wertvolle Laichplätze von Kammolch (RL Bay 3) und Springfrosch (RL Bay 2) sowie als Lebensraum der ebenfalls bedrohten Sumpfschnecke (*Stagnicola turricula*) hervorgehoben. Die wenigen noch erhaltenen Kleingewässer in der Aue sind durch Verfüllung und Austrocknung gefährdet. Die Schluchtwälder, Quellaustritte und Bachtälchen der Leitenhänge sind Lebensraum des Feuersalamanders. Nachweise liegen für den Schluchtwald bei Purkering vor.

Über die Fischfauna liegt seitens der Fachberatung für Fischerei des Bezirkes Oberbayern ein Gutachten vor, das für die Restwasserfrage im Bereich der Ausleitungsstrecke Alz III (Tacherting-Hirten) erstellt worden ist (Wunner, 1991). Im fraglichen Alzabschnitt wurden 11 Fischarten festgestellt, darunter Äsche, Barbe, Nase, Bachforelle, Schneider, Hasel und Koppe als strömungsliebende (rheophile) Arten. Nase und Barbe finden sich allerdings nur in Restbeständen. Die Nasenpopulation muß als gefährdet bezeichnet werden. Dies ist zum einen auf fehlende und stark veralgte Laichbiotope (Kiesbänke) zurückzuführen, zum anderen auf fehlende Aufenthaltsräume für die Jungfische. Eine Bewertung der Bachforellen- und Äschenpopulation ist kaum möglich, da diese Arten regelmäßig besetzt werden. Dagegen breitet sich der Aitel, eine relativ anspruchslose Art, aus.

Ökologische Bewertung und Gefährdung

Für das Mittlere Alztal besteht noch kein zusammenhängender naturschutzrechtlicher Schutzstatus. Zur Vorbereitung einer bereits länger beabsichtigten Landschaftsschutzgebiet (LSG) - Ausweisung wurde mittlerweile eine Vegetations- und Nutzungskartierung durchgeführt, aufgrund derer geeignete LSG-Grenzen vorgeschlagen werden (Grätzlmeier, 1993; Schrag, 1993). Aus Sicht des Arten- und Biotopschutzes erscheint der LSG-Schutzstatus zur dringend notwendigen Sicherung einiger sehr wertvoller Bestände unzureichend, weshalb für diese eine Ausweisung nach Art. 12 BayNatSchG als geschützter Landschaftsbestandteil vorgeschlagen wird.

Innerhalb der bei Schrag (1993) vorgeschlagenen LSG-Grenzen wird von Seiten des Arten- und Biotopschutzprogramms (ABSP) für weitgehend geschlossene, naturnahe Auwaldbereiche die Sicherung nach Art. 7 BayNatSchG als Naturschutzgebiet (NSG) angeraten, da hier nicht „Sicherung von Leistungsfähigkeit oder Nutzungsfähigkeit der Naturgüter, Erholung und Landschaftsbild“ (Schutzziel LSG) als Schutzzweck im Vordergrund stehen. Ziel ist vielmehr der „Erhalt der Natur und Landschaft

1. als Lebensraum wildwachsender Pflanzen- und wildlebender Tierarten,
2. aus ökologischen, wissenschaftlichen, naturgeschichtlichen oder landeskundlichen Gründen und
3. wegen ihrer Seltenheit, besonderen Eigenart und hervorragenden Schönheit“ (Schutzziele NSG).

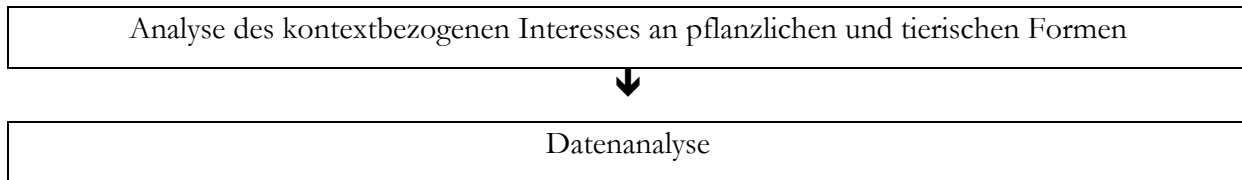
Die Mittlere Alz ist eine Fließwasserstrecke mit gewässerbiologisch erheblich nachteiligen Wasserausleitungen (s. Schreiner, 1991). Dennoch weist sie im Vergleich zu anderen größeren Flüssen zum Teil relativ intakte Fließgewässergemeinschaften auf. Zusätzlich nehmen die flussbegleitenden, relativ großflächigen Wälder eine wichtige Funktion als Biotop, für das Landschaftsbild, den Wasserschutz und den Immissionsschutz ein.

Trotzdem darf nicht übersehen werden, dass mit den Korrekturen die natürliche Flussdynamik zerstört wurde, der Grundwasserspiegel weiterhin sinkt und ehemals feuchte Standorte im alten Überflutungsbereich immer trockener werden.

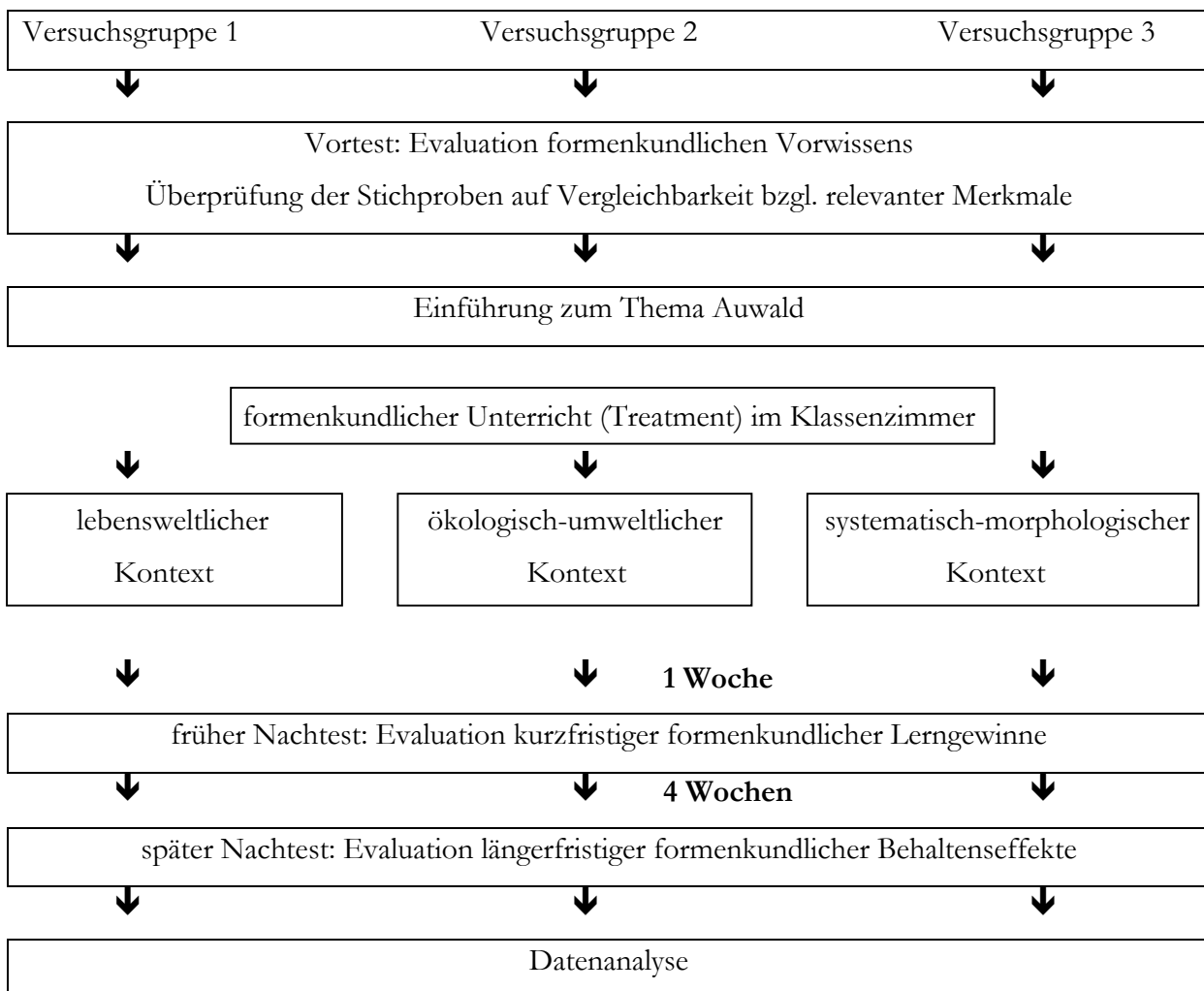
5 PLANUNG UND DURCHFÜHRUNG

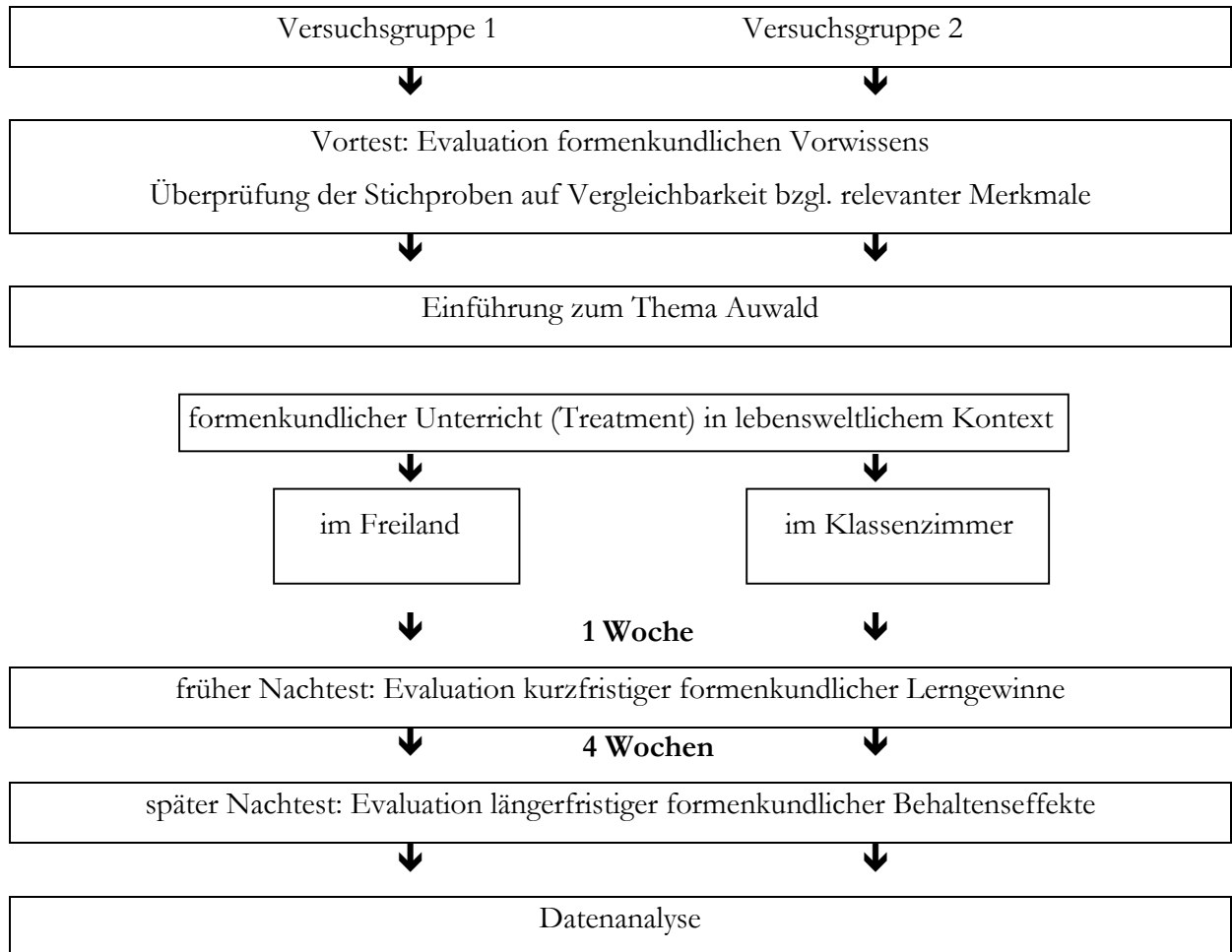
5.1 Das Untersuchungsdesign

VORUNTERSUCHUNG (April 1999)

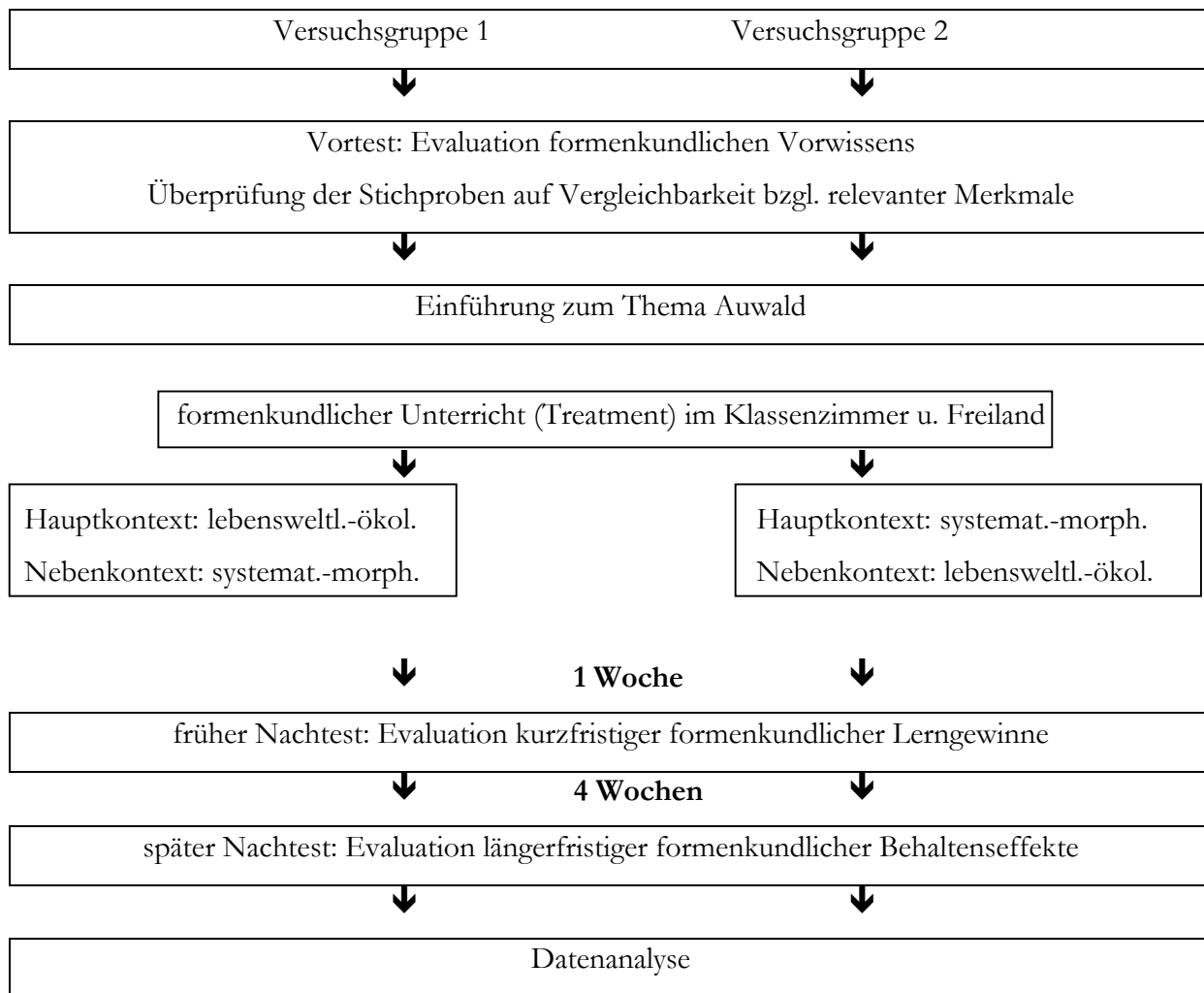


HAUPTUNTERSUCHUNG TEIL 1 (Juni / Juli 1999)



HAUPTUNTERSUCHUNG TEIL 2 (Mai / Juni 2000)

HAUPTUNTERSUCHUNG TEIL 3 (April / Mai 2001)



Die empirische Untersuchung wurde als Feldexperiment durchgeführt, das im Gegensatz zum Laborexperiment die Schüler in ihrer normalen Unterrichtssituation belässt, um „(...) in einer Art Bestandsaufnahme eines Ausschnittes der pädagogischen Realität (...)“ (Staeck, 1980) Kausalzusammenhänge zu erforschen. Die Schüler verblieben während der Untersuchung in ihrem gewohnten Klassenverband. Der Versuchsplan war jeweils univariat. Allen Versuchsgruppen wurden die gleichen bzw. vergleichbare Unterrichtsinhalte vermittelt.

5.2 Durchführung der Voruntersuchung

5.2.1 Analyse des kontextbezogenen Interesses an pflanzlichen und tierischen Formen

Um Anhaltspunkte zu erhalten, in welche Kontexte das Kennenlernen von Pflanzen und Tieren vorrangig eingebettet sein müsste, damit Schüler sich mit ihnen interessiert beschäftigen, wurde vor Durchführung des formenkundlichen Unterrichts ihr Interesse am Kennenlernen pflanzlicher und tierischer Formen in mutmaßlich relevanten Kontexten überprüft. In der Berücksichtigung schülerrelevanter Kontexte im formenkundlichen Unterricht sollte ja in Anlehnung an die Befunde von Hoffmann & Lehrke (1986) sowie Häußler & Hoffmann (1995) die Chance liegen, das formenkundliche Wissen von Kindern und Jugendlichen zu verbessern. Die Voruntersuchung fand im April 1999 statt. Es handelte sich um eine univariate Untersuchung mit der unabhängigen Variable „Kontext des formenkundlichen Unterrichts“ und der abhängigen Variablen „Interesse an pflanzlichen und tierischen Formen“, spezifiziert auf die Lebensgemeinschaft „Auwald“.

Aus den in Kapitel 4.4 dargelegten Gründen wurden zur Analyse des Schülerinteresses an Arten und Formen die folgenden Kontexte ausgewählt:

- **lebensweltlicher Kontext**
- **ökologisch-umweltlicher Kontext**
- **systematisch-morphologischer Kontext**

Nicht berücksichtigt wurden hier wie in der Hauptuntersuchung sog. intervenierende Variablen (Störvariablen) wie z.B. Schülerpersönlichkeit, Lehrerpersönlichkeit, unterrichtliche und stundenplantechnische Gegebenheiten. Konzeption (schriftliche Befragung) und Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit erlauben dies (vgl. Leibold, 1997, S. 91; Schneider & Walter, 1992; Wisniewsky, 1994, S. 114).

Die Kontextabhängigkeit des Interesses an Arten und Formen wurde weiter auch für die Teilstichproben Jungen / Mädchen sowie für Jahrgang 5 / 6 / 7 untersucht. Hier wären Geschlecht und Jahrgang als weitere unabhängige Variablen zu sehen.

5.2.2 Anfallende Stichprobe

An der Voruntersuchung nahmen jeweils vier Klassen einer 5., einer 6. und einer 7. Jahrgangsstufe des Gymnasiums teil:

Tab. 5.1: Teilnehmerzahl der Voruntersuchung, aufgeschlüsselt nach Jahrgang und Geschlecht

Jahrgang	5	6	7	Gesamt
Jungen	53	46	45	144
Mädchen	51	67	57	175
Gesamt	104	113	102	319

Zum einen war die Hauptuntersuchung für Stichproben aus der Population der Schüler einer 6. Jahrgangsstufe des Gymnasiums geplant, sodass die Durchführung in der Unterstufe sinnvoll war. Zum anderen sollte die Analyse schülerrelevanter formenkundlicher Kontexte und Interessen auf eine möglichst große Schülerpopulation gestützt sein, um ein hinreichend zuverlässiges Bild von der Verteilung der präferierten Kontexte und situationalen Interessen zu erhalten. Um von einer möglichst homogenen Stichprobe ausgehen zu können, wurden die jeweiligen Jahrgänge des Hertzheimer - Gymnasiums in Trostberg herangezogen.

5.2.3 Fragebögen zur Analyse des kontextbezogenen Interesses

Als Instrument zur Erhebung und Analyse der von Schülern präferierten formenkundlichen Kontexte diente ein entsprechender Fragebogen (vgl. Anhang).

Aus erziehungswissenschaftlicher Sicht werden Interessen als eine „Gerichtetheit der Person auf die erkennende Erfassung von Sachverhalten, Zusammenhängen und Situationen“ definiert (Schiefele, 1974). Interessen sind durch eine kognitive (erkennendes Erfassen) und eine affektive Komponente (emotionale Anziehungskraft) gekennzeichnet.

Ein bis heute noch nicht zufriedenstellend gelöstes Problem ist das Erfassen und Messen von Interesse. Grundlegende Erörterungen zu diesem Problem finden sich in der umfangreichen Literatur zur empirischen Sozialforschung und pädagogischen Psychologie (Todt, 1978; Petermann, 1980; Friedrichs, 1980; Atteslander, 1984). Für das Messen von Interessen für speziell biologische Sachverhalte gibt es bisher wenige erprobte Verfahren. Es erfolgt in der empirischen Sozialforschung i.d.R. mittels eines Tests, d.h. durch ein Erhebungsverfahren, bei dem nach Löwe (1983) „unter objektivierten und hinreichend standardisierten Reizbedingungen die momentane Bereitschaftsstärke eines Individuums zur Durchführung eines bestimmten objektbezogenen Verhaltens durch Befragung und Introspektion ermittelt werden soll“ (S. 35).

Was die Ermittlung der genannten Bereitschaftsstärke betrifft, so hat sich in der Praxis die Befragung durch geeignete Items nach der sog. Einzel-Reiz-Darbietungsmethode bewährt (Todt, 1978, S. 41), welche der Proband mittels einer Ratingskala zu beantworten hat. Die Skala umfasst ein Kontinuum ordinalskaliertener Beantwortungsmöglichkeiten, die mit Punktwerten codiert und somit statistisch ausgewertet werden können. Die schriftliche Befragung bietet bei entsprechender Gestaltung zudem den Vorteil, dass die Versuchspersonen keine Formulierungsschwierigkeiten haben (Barentwerfer & Raatz, 1979, S. 79).

Für die schulische Verwendung hat sich vor allem die Likert-Skala als praktikabel erwiesen. Bei diesem Verfahren der summierten Einschätzungen werden zu jeder Aussage oder Frage verschiedene Antworten angeboten, die das Kontinuum zwischen Zustimmung und Ablehnung in möglichst gleiche Teile zerlegen (Schwarz, 1983, S. 52). In Anlehnung an den Differentiellen Interessenstest von Todt (1978, S. 285f.) wurden zur Messung der biologischen Schülerinteressen Items entwickelt, die das arten- und formenkundliche Interesse im jeweiligen Kontext zum Ausdruck bringen sollten. Ihre Beantwortung erfolgte mittels einer vierstufigen Ratingskala nach Likert, deren Intervalle mit den Zahlen 1 bis 4 codiert wurden, wobei starkem Interesse die Zahl 4 zugeordnet wurde, fehlendem Interesse die Zahl 1. Auf diese Weise konnte das Merkmal „Interesse“ quantifiziert und mit Methoden der analytischen Statistik ausgewertet werden.

Nach Ingenkamp (1988) und Wisniewsky (1994, S. 112) sind an Fragen, Aussagen und Antworten eines solchen Befragungsbogens u.a. folgende Anforderungen zu stellen:

- Diktion und Wortschatz müssen dem Befragten entsprechen
- vage Begriffe sind zu vermeiden
- das Wissensniveau muss dem des Probanden angepasst sein
- die Formulierung der Frage sollte bei Zustimmung nicht unbedingt eine sozial erwünschte Antwort ergeben.

Aufgabe der Schüler war es, die vorgelegten Statements (Items) durch freie Wahlentscheidung (Ankreuzen) graduell zustimmend oder ablehnend möglichst spontan zu beantworten. Hierfür war jeweils eine Unterrichtsstunde (45 min.) völlig ausreichend. Neben einer kurzen verfahrenstechnischen Einweisung war es wichtig, bei derartigen Tests vor allem in der Unterstufe, den Schülern wiederholt zu verdeutlichen, dass die Beantwortung keinen Einfluss auf die Note nimmt, dass die Auswertung völlig anonym ist und dass die eigene ehrliche Meinung gefragt ist!

Eine Auswahl der Statements des eingesetzten Interessenstests ist im Anhang einzusehen. (Der Test beruht auf der Basis der in 5.3.2 auch zur unterrichtlichen Behandlung dargelegten Literatur.) Hier nur je ein Beispiel der dargebotenen Statements für die drei untersuchten Kontexte:

Würdest du gerne mehr darüber wissen...

	gar nicht gern (1)	nicht so gern (2)	gern (3)	sehr gern (4)
wie man aus Weidenästen Körbe flechtet (<i>lebensweltlich</i>)	0	0	0	0
wie der Buntspecht dem Menschen bei der Schädlingsbekämpfung hilft (<i>ökologisch-umweltlich</i>)	0	0	0	0
zu welcher Säugetiergruppe die Bisamratte gehört (<i>systematisch-morphologisch</i>)	0	0	0	0

5.3 Hauptuntersuchung, Teil 1: Evaluation des Einflusses unterschiedlicher Kontexte auf den Erwerb formenkundlichen Wissens

5.3.1 Zielsetzung

Teil 1 der Hauptuntersuchung evaluierte den kontextabhängigen Erwerb von Arten- und Formenkenntnissen an ausgewählten pflanzlichen und tierischen Vertretern des Lebensraums Aue, d.h. er überprüfte die o.g. Kontexte bezüglich ihrer Effizienz für den Erwerb formenkundlichen Wissens.

5.3.2 Konzeption des formenkundlichen Unterrichts

Für das Treatment der Versuchsgruppen wurden auf der Basis einschlägiger Anregungen aus der Literatur entsprechende Unterrichtseinheiten und adäquate Lernhilfen entwickelt.

(Aichele & Golte-Bechtle, 1993; BayStMLU, 1984; Berck & Klee, 1992; Brauner, 1995; Chinery, 1993; Daumer, 1993; Eisenreich, 1991; Ellenberg, 1986; Fey, 1995; Hecker, 2000; Heinzel et al., 1992; Hiesgen-Altenberg, 1995; Rückriem & Fey, 1995; Strasburger, 1991)

Lehrplanbezug:

Die in den Unterrichtseinheiten behandelten Lerninhalte orientierten sich an den Vorgaben des bayerischen Lehrplans für Gymnasien. Im Fachlehrplan für Biologie (1991), Jahrgangsstufe 6, finden sich die folgenden Rahmenbedingungen:

Leitthema: 3 Lebensgemeinschaften und der Einfluss des Menschen

Ziel: „Durch einen auf die örtlichen Gegebenheiten abgestimmten Unterricht werden die Schüler an einfache Wechselbeziehungen innerhalb einer Lebensgemeinschaft herangeführt. Im Mittelpunkt sollte dabei die Eigentätigkeit der Schüler stehen. Das unmittelbare Erleben der Natur eröffnet Möglichkeiten, das Wertempfinden zu festigen, die gegenseitigen Abhängigkeiten der Lebewesen besser zu verstehen und so die Motivation der Schüler für aktives Handeln im Bereich des Natur- und Umweltschutzes weiterzuentwickeln.“

Allgemeine Inhalte des Lehrplanabschnittes:

- einfache Zusammenhänge in einer Lebensgemeinschaft
 - kennzeichnende Pflanzen und Tiere
 - grundlegende Wechselbeziehungen
 - Eingriffe des Menschen und ihre Folgen
- Notwendigkeit des Schutzes bedrohter Lebensräume

Spezielle Inhalte der Unterrichtsstunden:

- Aufbau und Lebensbedingungen einer Flussaue
- ausgewählte, kennzeichnende pflanzliche und tierische Formen der Alzaue im Raum Trostberg

Unterrichtssequenz:

Der formenkundliche Unterricht bestand aus zwei aufeinanderfolgenden Unterrichtsstunden.

1. Einführung zum Thema Auwald: „Die Flussaue – Lebensgemeinschaft an der Alz“
2. Treatment: „Pflanzen und Tiere in der Alzaue“

Weitere sechs Stunden waren der Behandlung von grundlegenden Wechselbeziehungen sowie Eingriffen des Menschen und ihrer Folgen vorbehalten.

Didaktisch-methodische Vorbemerkung:

Die oben genannten Vorgaben des Lehrplans legten nahe, die vorliegende Untersuchung zur Arten- und Formenkenntnis in einer 6. Jahrgangsstufe durchzuführen. Die gewünschte Lebensgemeinschaft kann aufgrund der örtlichen Gegebenheiten wie im vorliegenden Fall eine Flussaue sein. Diese bot sich an, da die Alz nur etwa 200 m vom Trostberger Gymnasium durch die Stadt fließt und auch den Schülern der Traunreuter Schule ein wohlvertrauter Fluss ist. Dies ist von nicht unerheblicher Relevanz, da von der Vertrautheit mit einem Ökosystem nicht zu unterschätzende motivierende Impulse ausgehen!

In der Einführungsstunde sollte nun zunächst das Interesse für die Alzaue als ökologisches System geweckt werden. Grundlegende Sachverhalte zu Begrifflichkeit und Aufbau sowie die besonderen Lebensbedingungen bezüglich einer Aue führten zur folgenden Stunde hin.

Diese Einführungsstunde war für alle Versuchsgruppen gleich. Zwei der Versuchsgruppen wurden hierbei vom Autor selbst unterrichtet. Eine ausführliche Vorbesprechung mit Herrn OStR Prinzing vom Traunreuter Gymnasium gewährleistete, dass für alle beteiligten Schüler eine möglichst homogene Lernumgebung geschaffen wurde.

Die Folgestunde stellte das eigentliche Treatment der drei Versuchsgruppen dar: Den Schülern wurden ausgewählte, kennzeichnende pflanzliche und tierische Formen des Ökosystems Auwald am konkreten Beispiel der Alzaue im Bereich Trostberg vorgestellt.

Der Unterricht erfolgte für alle Versuchsgruppen im Klassenzimmer. Dabei wurde der formenkundliche Unterricht in Versuchsgruppe 1 unter lebensweltlichem, in Versuchsgruppe 2 unter ökologisch-umweltlichem und in Versuchsgruppe 3 unter systematisch-morphologischem Kontext dargeboten.

Aus der Vielfalt charakteristischer Arten wurden für jeden der drei Kontexte zwei Säugetiere, zwei Vögel, zwei Insekten, zwei Gehölze und zwei krautige Pflanzen ausgewählt. Entscheidend für die Auswahl war das Vorkommen in der Alzaue (kennzeichnende Art) und die Verfügbarkeit geeigneter Hintergrundinformationen im jeweiligen Kontext (kontextbezogene formenkundliche Inhalte). Dies bedeutet, dass die Auswahl der Arten – abgesehen davon, dass sie eine gewisse Bandbreite des zu erschließenden Ökosystems widerspiegeln sollte - wie auch schon die Auswahl der Alzaue als zu behandelndes Ökosystem zufällige Parameter darstellen und im Einzelfall natürlich variiert werden können.

Für das unterrichtliche Kennenlernen ergab sich für jede Versuchsgruppe eine Anzahl von 10 Arten/Formen:

Tab. 5.2: Zusammenstellung der in den Kontexten behandelten Arten/Formen

	lebensweltlich	ökologisch- umweltlich	systematisch- morphologisch
Krautige Pflanzen	Pestwurz (Petasites hybridus) Beinwell (Symphytum officinale)	Brennnessel (Urtica dioica) Buschwindröschen (Anemone nemorosa)	Drüsiges Springkraut (Impatiens glandulifera) Weißes Taubnessel (Lamium album)
Gehölze	Salweide (Salix caprea) Schwarzerle (Alnus glutinosa)	Salweide (Salix caprea) Schwarzerle (Alnus glutinosa)	Salweide (Salix caprea) Schwarzerle (Alnus glutinosa)
Insekten	Marienkäfer (Coccinella septempunctata) Stechmücke (Culex pipiens)	Totengräber (Necrophorus vespill.) Gespinstmotte (Yponomeuta padella)	Sandlaufkäfer Cicindela sylvatica Prachtlibelle Calopteryx splendens
Vögel	Schleiereule (Tyto alba) Blässhuhn (Fulica atra)	Pirol (Oriolus oriolus) (Weiß-) Storch (Ciconia ciconia)	Kleiber (Sitta europaea) Schwarzspecht (Dryocopus martius)
Säugetiere	Bisamratte (Ondatra zibethicus) Fledermaus (Microchiroptera)	Bisamratte (Ondatra zibethicus) Biber (Castor fiber)	Bisamratte (Ondatra zibethicus) Maulwurf (Talpa europaea)

Wurden in den einzelnen Versuchsgruppen nicht dieselben Arten einer Großgruppe verwendet, so war sichergestellt, dass sich im Vortest bezüglich der alternativen Arten kein signifikant unterschiedliches Interesse gezeigt hatte!

Der Erwerb des formenkundlichen Wissens bezog sich auf drei Ebenen:

- Kenntnis des deutschen Namens einer Art (eigentliche Artenkenntnis) bzw. Form
- Aneignung von Kenntnissen weiterer Merkmale und Besonderheiten wie z.B. Erscheinungsbild, Lebensbedingungen, ökologische Bezüge oder kulturelle Bedeutung (eigentliche Formenkenntnis), eingebettet in den jeweiligen Kontext
- Fähigkeit zur Einordnung in das natürliche System durch höhere Taxa und Kenntnis weiterer Vertreter dieser Großgruppe in der Flussaue

Um u.a. einen eventuellen Einfluss der Lehrperson möglichst auszuschließen, erarbeiteten die Schüler die Inhalte der zweiten Unterrichtsstunde absolut selbstständig. Zentrales Medium waren die Arbeitsblätter, die vom Verfasser hierzu entworfen worden waren (vgl. Anhang). Die Vorlagen, die auch als Vor- und Nachtest zum Einsatz kamen, ermöglichten die Durchführung des Treatments in Form des **Stationen - Lernens**. Jede Pflanze bzw. jedes Tier bildete hierbei eine eigene Station.

Die Arbeitsblätter waren für drei aufeinanderfolgende Lernschritte konzipiert:

- Kenntnis des Artnamens (eigentliche Artenkenntnis) bzw. eines höheren Taxons

An einer der 10 Stationen fanden die Schüler die jeweilige Art im Original, als Präparat oder als Darstellung vor. Die Schüler sollten dann die betreffende Art bzw. Form der richtigen Abbildung auf ihren Arbeitsblättern zuordnen und den Artnamen notieren bzw. die Bezeichnung eines höheren Taxons, wenn der Name des untergeordneten Taxons im Rahmen des Unterrichts zu weit führen würde, im Deutschen nicht geläufig oder in der Literatur nicht auffindbar ist (vgl. 4.2 und 7.2).

- Aneignung weiterer Merkmale und Besonderheiten (eigentliche Formenkenntnis)

Anhand angebotener Informationstafeln (vgl. Anhang) konnten die Schüler einen kurzen Lückentext vervollständigen. Hierbei mussten unabhängig von Versuchsgruppe oder ausgewählter Art je fünf Lücken geschlossen werden, wodurch sich für jede Art eine gewisse – im jeweiligen Kontext geprägte – Formenkenntnis (z.B. Erscheinungsbild, Lebensbedingungen, ökologische Bezüge, kulturelle Bedeutung etc.) ergab.

➤ Einordnung in das natürliche System

Anschließend sollten die Schüler an zwei zentral dargebotenen, systematischen Einordnungshilfen (vgl. Anhang) die jeweilige Art durch drei höhere Taxa systematisch einordnen und sich vier weitere Vertreter einer Flusssaure aus den sich ergebenden Großgruppen (Krautige Pflanzen, Gehölze, Insekten, Vögel u. Säuger) notieren. Die systematischen Einordnungshilfen waren speziell für diese Unterrichtseinheit erstellt worden und ermöglichten so eine rasche Zuordnung der konkret behandelten Arten. (Dieser Schritt musste für die zwei Arten derselben Arbeitsblattseite nur einmal erfolgen.)

Nach einer kurzen Einführung in das Prinzip des Stationen-Lernens und der systematischen Einordnungshilfe durchliefen alle Schüler im Laufe der Unterrichtsstunde selbstständig und in beliebiger Reihenfolge die einzelnen Stationen. Die Lehrkraft hatte lediglich beratende Funktion in meist organisatorischen Fragen zum Ablauf.

Als subjektive Beurteilung kann an dieser Stelle gesagt werden, dass die Schüler während der gesamten Unterrichtsstunde sehr motiviert waren. Sie zeigten sichtlich Interesse und Freude daran, die einzelnen Formen kennenzulernen. Ein wesentlicher Faktor war sicherlich die Eigenaktivität der Schüler: spontan bildeten sich Teams aus zwei, drei oder vier Schülern, die sich gemeinsam an die Bearbeitung machten. Vor allem an den Stationen und den zentralen Einordnungshilfen kam es zu regem Austausch zwischen den Schülern, ohne dass die Lehrkraft hätte dazu anregen müssen: leistungsstärkere Schüler unterstützten leistungsschwächere, Probleme wurden erörtert und konkretisiert, Lösungen diskutiert, korrigiert oder verworfen.

Die Aufgabenstellung war für alle Schüler verständlich und angemessen. Der Zeitrahmen war ausreichend, sodass alle Schüler die gestellten Aufgaben bewältigen konnten. Die zeitlichen Vorgaben sollten stets so gewählt werden, dass den Schülern die Möglichkeit gegeben ist, sich ohne Hetze auf die einzelnen Formen einlassen zu können.

Für die weitere Darstellung werden nun Einführungsstunde und Treatment gesondert betrachtet.

A) EINFÜHRUNGSSTUNDE

Feinziele:

kognitiv: Die Schüler

- kennen die Begriffe „Flussaue“ und „Auwald“
- kennen den typischen Aufbau einer Flussaue
- erhalten einen Einblick in die Lebensbedingungen in einer Flussaue
- erkennen die Notwendigkeit spezieller Anpassungen bei Lebewesen einer Flussaue

instrumentell: Die Schüler

- üben das Auswerten von geografischen Karten

affektiv: Die Schüler

- sind bereit, sich für die Pflanzen und Tiere einer Flussaue zu interessieren

Motivation:

Anhand einer Karte wird der Verlauf der Alz gezeigt und der Begriff „Flussaue“ zur Diskussion gestellt.

Unterrichtsverlauf:

Lerninhalte / Artikulation	Lehr - Lernakte / Medien	Lernzielkontrollen
Motivation (s.o.)	UG, FOL	
Aufbau einer Flussaue - gehölzfreie Aue - Weichholzaue - Hartholzaue	LV, UG, AB, TA / HE	Kontrollfragen S - Zusammenfassung
wechselnde Lebensbedingungen in einer Flussaue (Ursachen, Folgen, Anpassungen)	UG, TA / HE	Kontrollfragen L problematisiert, Ss klären und begründen S - Zusammenfassung

Verwendete Abkürzungen:

UG Unterrichtsgespräch
LV Lehrervortrag
L Lehrer
S Schüler (Pl.: Ss)

TA Tafelanschrieb
FOL Overheadfolie
HE Hefteintrag
AB Arbeitsblatt

Tafelbild und Arbeitsblatt vgl. Anhang!

B) TREATMENT

Feinziele:

kognitiv: Die Schüler

- lernen ausgewählte, kennzeichnende pflanzliche und tierische Arten des Ökosystems Auwald kennen
- kennen die Einordnung dieser Arten in höhere Taxa des natürlichen Systems
- erwerben über diese Arten eine gewisse Formenkenntnis (Kenntnis von Name, Erscheinungsbild, Lebensbedingungen, ökologischen Beziehungen oder kultureller Bedeutung eingebettet in den jeweiligen Kontext)
- können weitere Arten - Vertreter der behandelten Großgruppen nennen
- erhalten einen Einblick in die Artenvielfalt und Wechselbeziehungen innerhalb der Lebensgemeinschaft Auwald

instrumentell: Die Schüler

- üben den Umgang mit einer Einordnungshilfe
- üben das selbstständige Bearbeiten von Problemstellungen (Arbeitsblatt)
- verbessern ihre Fertigkeiten bezüglich fachspezifischer Arbeitsweisen (Betrachten, Vergleichen, Ordnen, Beobachten, Untersuchen ...)
- vertiefen ihre Fähigkeit zur Teamarbeit

affektiv: Die Schüler

- interessieren sich für das Kennenlernen weiterer pflanzlicher und tierischer Formen
- werden offen für eine schützende Einstellung gegenüber der belebten Natur
- erkennen die Bedeutung biologischer Vielfalt in verschiedener Hinsicht

Motivation:

Nach der allgemeinen Kennzeichnung einer Flussaue in der Einführungsstunde wird nun die benachbarte Alzaue als typischer Vertreter in den Mittelpunkt gestellt und nach dem Bewusstsein der besonderen Lebensbedingungen stellt der Lehrer das Stundenthema vor, nämlich einige dieser besonders angepassten Pflanzen und Tiere kennenzulernen.

Unterrichtsverlauf:

Lerninhalte / Artikulation	Lehr- Lernakte / Medien	Lernzielkontrollen
Motivation (s.o.)	UG	
Prinzip des Stationen-Lernens	Erläutern des Stationenbetriebs LV, DO, IT	Kontrollfragen
Prinzip einer Einordnungshilfe (am Bsp. Regenwurm)	Vorstellen der Einordnungshilfe, Erläutern der Arbeitsweise LV, UG, FOL / DO	L problematisiert, Ss klären und begründen
Erarbeitung:	SB (PA/GA)	Ss bearbeiten AB L berät
a) Kennzeichnende pflanzliche und tierische Formen der Alzaue	Kennenlernen AB, DO, IT	
b) Stellung im natürlichen System	Einordnen AB, EH / FOL	
c) Weitere Vertreter dieser Großgruppe in der Flussaue	Notieren AB, EH / FOL	

Verwendete Abkürzungen:

UG Unterrichtsgespräch
 LV Lehrervortrag
 SB Stationenbetrieb
 L Lehrer
 Ss Schüler
 PA Partnerarbeit

DO Demonstrationsobjekt
 FOL Overheadfolie
 AB Arbeitsblatt
 EH Einordnungshilfe
 IT Informationstafeln
 GA Gruppenarbeit

Arbeitsblätter, Einordnungshilfe und Informationstafeln sind im Anhang beigelegt!

5.3.3 Anfallende Stichprobe

An der Hauptuntersuchung, Teil 1 nahmen sechs Klassen der Jahrgangsstufe 6 teil, davon vier Klassen des Hertzhaimer-Gymnasiums in Trostberg und zwei Klassen des Gymnasiums in Traunreut. Je zwei Klassen wurden zu einer Versuchsgruppe zusammengefasst und unter einem der Kontexte unterrichtet. Alle Versuchsgruppen hatten sich mit vergleichbaren Unterrichtsinhalten zu befassen (vgl. 5.1 und 5.3.2).

Tab. 5.3: Teilnehmerzahl der Hauptuntersuchung Teil 1, aufgeschlüsselt nach Kontext und Geschlecht

	lebensweltlich	ökologisch- umweltlich	systematisch- morphologisch	Gesamt
Jungen	24	22	24	70
Mädchen	32	23	36	91
Gesamt	56	45	60	161

Für die Auswahl einer 6. Jahrgangsstufe des Gymnasiums sprechen folgende Argumente:

- die Lerninhalte des Biologieunterrichts der 6. Jahrgangsstufe sind stark ökologisch orientiert, wobei dem Kennenlernen von Pflanzen und Tieren ein hoher Stellenwert eingeräumt wird,
- die Vorgabe des Lehrplans für das bayerische Gymnasium: Im Fachlehrplan Biologie (1991) findet sich nämlich in der 6. Jahrgangsstufe das Leitthema „Lebensgemeinschaften unter dem Einfluss des Menschen“. Hier heißt es weiter: „Durch einen auf die örtlichen Gegebenheiten abgestimmten Unterricht werden die Schüler an einfache Wechselbeziehungen innerhalb einer Lebensgemeinschaft herangeführt.“ Als Inhalte sind „einfache Zusammenhänge in einer Lebensgemeinschaft“, darin „kennzeichnende Pflanzen und Tiere“ angegeben. Dies trifft die Intention der vorliegenden Untersuchung im Kern (vgl. auch 5.3.2).
- Jugendliche dieser Altersgruppe sind am Kennenlernen von Pflanzen und Tieren vergleichsweise noch interessiert. Ihre Interessensfelder sind durch lebensweltliche Einflüsse und anderweitige Erfahrungen noch nicht endgültig besetzt (Phase der universellen Interessen; Todt, 1985) und daher für Phänomene der Natur noch zugänglich (Berck & Klee, 1992, S. 177).

Um eine möglichst homogene Untersuchungspopulation und die Vertrautheit mit der zentralen Lebensgemeinschaft, der Alzaue bei Trostberg zu gewährleisten, wurden die Klassen zweier Nachbarschulen, der Gymnasien in Trostberg und Traunreut ausgewählt. Durch das Zusammenfassen zweier Klassen zu einer Versuchsgruppe wird eine höhere Aussagekraft der Ergebnisse erreicht.

5.3.4 Test zur Ermittlung des formenkundlichen Wissens

Zur Messung von Lerngewinn, Behaltenseffekt und Lernzuwachs (vgl. 5.6.3) dienten informelle Tests. Hierbei wurden die vom Autor entwickelten Arbeitsblätter des formenkundlichen Unterrichts (vgl. 5.3.2) zugleich als solche Tests verwendet. Die Tests (vgl. Anhang), die im jeweiligen Kontext zu bearbeiten waren, wurden der entsprechenden Versuchsgruppe außerhalb der unterrichtlichen Behandlung dreimal vorgelegt: einmal vor dem formenkundlichen Unterricht als Vortest, um das Vorwissen zu evaluieren, dann eine Woche nach der Unterrichtseinheit als früher Nachtest und vier Wochen danach als später Nachtest, um kurz- und längerfristige Veränderungen der formenkundlichen Lerngewinne zu erfassen.

Das formenkundliche Wissen wurde dabei auf drei Ebenen überprüft:

- Kenntnis des deutschen Namens der Art (eigentliche Artenkenntnis) bzw. Form
- Ergänzende Kenntnis von kontextbezogenem Hintergrundwissen, wie z.B. Erscheinungsbild, Lebensbedingungen, ökologische Bezüge oder kulturelle Bedeutung (eigentliche Formenkenntnis). Hier waren jeweils fünf Textlücken zu schließen.
- Fähigkeit zur Einordnung in das natürliche System durch höhere Taxa und Kenntnis weiterer Vertreter dieser Großgruppe in der Flussaue

Jede korrekt ergänzte Lücke (5) bzw. richtige Nennung (8) wurde mit einem Punkt bewertet. Test und Musterlösung sind im Anhang beigelegt.

5.3.5 Überprüfung der Versuchsgruppen auf Vergleichbarkeit

Formenkundliches Vorwissen

Das formenkundliche Vorwissen der teilnehmenden Schüler wurde im Vortest erfasst (vgl. 5.3.4). Die statistische Auswertung ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen bezüglich des formenkundlichen Vorwissens (vgl. Anhang).

Begleitend erhobene Merkmale

Zur weiteren Überprüfung der Vergleichbarkeit wurden neben dem formenkundlichen Vorwissen begleitend die folgenden Merkmale erhoben:

- Anteil an Jungen und Mädchen
- Interesse am Fach Biologie
- Einschätzung des Schwierigkeitsgrades des Faches Biologie
- Interesse an Arten und Formen
- Ökologische Handlungsbereitschaft

Analog der Überprüfung der kontextbezogenen Interessen in der Voruntersuchung erfolgte die Erhebung mittels Fragebögen, die im Anhang einzusehen sind. Für weitere Ausführungen sei auf Kapitel 5.2.3 verwiesen.

Die statistische Auswertung ergab in keinem der Merkmale signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen.

5.3.6 Evaluation der formenkundlichen Lerngewinne und Behaltenseffekte

Teil 1 der Hauptuntersuchung fand in den Monaten Juni und Juli 1999 statt. Es handelte sich um eine univariate Untersuchung mit der unabhängigen Variablen „Kontext des formenkundlichen Unterrichts“ und der abhängigen Variablen „Erwerb von Arten- und Formenkenntnissen“.

Die untersuchten Kontexte waren:

- lebensweltlicher Kontext
- ökologisch-umweltlicher Kontext
- systematisch-morphologischer Kontext

Die Untersuchung verlief nach einem Dreistichprobenplan. Die Gesamtstichprobe der an der Untersuchung teilnehmenden Schüler wurde nach der Einführungsstunde zur unterschiedlichen unterrichtlichen Behandlung in drei Versuchsgruppen eingeteilt.

Nicht berücksichtigt wurden intervenierende Variablen wie z.B. Schülerpersönlichkeit, Lehrerpersönlichkeit, unterrichtliche und stundenplantechnische Gegebenheiten (vgl. 5.2.1). Konzeption (siehe 5.3.2) und Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit erlauben dies (vgl. Leibold, 1997, S. 91; Schneider & Walter, 1992; Wisniewski, 1994, S. 114).

Die Untersuchung erfolgte nach einem Vortest-Nachtest Plan (Rollet, 1974), bedient sich also der Veränderungsmessung (Schwarz, 1983, S. 86). In Form von abhängigen Stichproben, „paired samples“ (Matiaske, 1990), werden in bestimmten zeitlichen Abständen Tests eingesetzt. Die Untersuchung bestand aus einem Vortest, einem frühen Nachtest nach einer Woche und einem späten Nachtest nach vier Wochen. Der formenkundliche Unterricht erfolgte unmittelbar nach dem Vortest. Zwischen frühem und spätem Nachtest fand kein formenkundlicher Unterricht statt.

Der Vortest evaluiert hierbei das Vorwissen der Schüler, die Nachtests, bei Wisniewski (1994) als Erst- und Zweittest bezeichnet, machen unterrichtlich bedingte Veränderungen gegenüber dem Vortest messbar und erlauben somit „Aussagen über Effekte des Unterrichts“ (Wisniewski, 1994, S. 115). Durch einen frühen und späten Nachtest erlaubt die Untersuchung Einblick in kurz- wie längerfristige Lerneffekte.

Zum zeitlichen Abstand zwischen unterrichtlicher Behandlung und Nachtest finden sich in der Literatur bisher keine zwingenden Hinweise auf bestimmte Intervalle. Löwe (1983, S. 44 ff) konnte für seine Untersuchungen nachweisen, dass unterschiedliche Nachtestzeitpunkte keinen signifikanten Einfluss auf die Ergebnisse hatten.

Der kontextabhängige Erwerb von Arten- und Formenkenntnissen wurde auch für die Teilstichproben Jungen / Mädchen untersucht. Das Geschlecht ist hier als weitere unabhängige Variable zu sehen.

5.4 Hauptuntersuchung, Teil 2: Evaluation des Einflusses des Lernorts auf den Erwerb formenkundlichen Wissens in lebensweltlichem Kontext

5.4.1 Zielsetzung

Teil 2 der Hauptuntersuchung dieser Studie sollte in Erfahrung bringen, welchen Einfluss die Variable „Lernort“ auf den kontextabhängigen Erwerb von Arten- und Formenkenntnissen ausübt. Teil 2 der Hauptuntersuchung verglich also den Erwerb von Formenkenntnissen in einem lebensweltlichen Kontext (dem „Siegerkontext“ des ersten Teils) in Abhängigkeit vom Lernort: Freiland vs. Klassenzimmer.

5.4.2 Konzeption des formenkundlichen Unterrichts

An dieser Stelle kann weitgehend auf Kapitel 5.3.2 verwiesen werden, da die Einführungsstunde und auch die prinzipielle unterrichtliche Konzeption des Treatments in beiden Untersuchungen identisch waren. Die Unterschiede seien im Folgenden herausgestellt:

Der formenkundliche Unterricht der Hauptuntersuchung Teil 2 erfolgte nur mehr unter lebensweltlichem Kontext. Beiden Versuchsgruppen wurden dieselben Lerninhalte und Formen vermittelt. Versuchsgruppe 1 blieb nach der Einführungsstunde auch zum formenkundlichen Unterricht im Klassenzimmer während für Versuchsgruppe 2 die einzelnen Lernstationen (Beschreibung unter 5.3.2) an einer Kiesbank am Alzufer aufgebaut waren. Versuchsgruppe 2 wechselte also nach der Einführungsstunde im Klassenzimmer zum formenkundlichen Unterricht ins Freiland. Durch einen kurzen Fußmarsch war der Stationenbetrieb in ca. 5 min leicht zu erreichen und durch Anmarsch in der Pause konnte auch der Freilandunterricht in der üblichen Biologiestunde durchgeführt werden. Der Unterrichtsverlauf im Freiland war dann mit dem im Klassenzimmer identisch (s. 5.3.2). Einziger Unterschied war, dass viele Arten (Pestwurz etc.) am originalen Standort beobachtet werden konnten und sich dort die jeweilige Lernstation fand.

Tab. 5.4: Zusammenstellung der behandelten Arten/Formen

	Freiland / Klassenzimmer
krautige Pflanzen	Pestwurz (Petasites hybridus) Beinwell (Symphytum officinale)
Gehölze	Salweide (Salix caprea) Schwarzerle (Alnus glutinosa)
Insekten	Marienkäfer (Coccinella septempunctata) Stechmücke (Culex pipiens)
Vögel	Schleiereule (Tyto alba) Blässhuhn (Fulica atra)
Säugetiere	Bisamratte (Ondatra zibethicus) Fledermaus (Microchiroptera)

Der Vergleich des kontextabhängigen Erwerbs von Arten- und Formenkenntnissen im Freiland mit dem im Klassenzimmer war von besonderem Interesse, angesichts der Tatsache, dass die Rolle des Freilandunterrichts beim Erwerb von Artenkenntnissen in jüngerer Zeit mehrfach untersucht worden war. Eine Zusammenstellung wichtiger Arbeiten findet sich u.a. bei Berck & Klee (1992, S. 170 f) oder Bolscho (1987, S. 58 – 71).

Untersucht wurden zum einen motivationale Gesichtspunkte und Interessenveränderungen (z.B. Howie, 1974; Löwe, 1980, 1983 u. 1992; Starosta, 1991; Starosta & Wein, 1993), zum anderen auch die Wirkung auf Einstellungen und Verhaltensweisen der Schüler zu Natur und Umwelt (Bauhardt, 1990; Berck & Klee, 1992; Falk, 1983).

Kernpunkt der meisten Studien freilich waren kognitive Lernergebnisse und Wissensveränderung:

Klassenunterricht mit Unterrichtsgang ergab bei Schülern der 4. Jahrgangsstufe einen deutlich höheren Lernzuwachs als ohne (Scherf, 1986). Howie kam 1974 bei einer Untersuchung in den USA mit Schülern der 5. Jahrgangsstufe zum Ergebnis, dass am effektivsten Klassenunterricht sei, dem Freilandunterricht folge. Zu ähnlichen Ergebnissen kommen Pizzini & Gross (1978). Aus diesen Befunden heraus wurde die Einführungsstunde auch in der Versuchsgruppe „Freiland“ im Klassenzimmer durchgeführt und erst das eigentliche Treatment erfolgte im Freiland.

Der Zuwachs an biologischen Kenntnissen durch Arbeiten im Freiland belief sich zum Teil auf fast das Doppelte verglichen mit dem Erwerb der gleichen Lerninhalte im Klassenzimmer (Starosta, 1991). Wenn auch eine Reihe von Studien differenziertere und zum Teil gegenteilige Befunde zeigen (Brockhaus, 1960; Hendee, 1968; Rexer & Birkel, 1986 oder Rymann, 1974) scheint dennoch, dass Freilandarbeit vor allem für jüngere und leistungsschwächere Schüler positivere Ergebnisse bringt (Rexer & Birkel, 1986; Starosta, 1991).

Falk (1983) weist auch darauf hin, dass Lernumgebungen mit einem zu hohen Neuigkeitsgrad strukturiertes und konzeptionelles Lernen negativ beeinflussen können. Er fordert daher einen mittleren Bekanntheitsgrad der Lernumgebung. Aus diesem Grund erfolgten mit der Versuchsgruppe „Freiland“ im Lauf des Schuljahres wiederholt Unterrichtsgänge und Freilandarbeiten um diesen Effekt auszuschalten! (vgl. auch Bolscho, 1987, S. 308)

Neben den rein empirischen Befunden seien im Folgenden nach Mark (2000) einige Aspekte zusammengestellt, die verdeutlichen, inwiefern Freilandarbeit den schulischen Unterricht ergänzen und verbessern kann:

- Der direkte Kontakt und die unmittelbare Begegnung mit der Natur sind grundlegend für das Kennenlernen einheimischer Tier- und Pflanzenarten (Killermann, 1995, S. 219 ff).
- Fachgemäße Arbeitsweisen (Sammeln, Beobachten, Bestimmen, Untersuchen, Vergleichen...) können im Freiland z.T. viel besser praktiziert und geübt werden (Killermann, 1995, S. 219 ff).
- Durch Realitätsnähe und Beschäftigung mit dem Sachverhalt in originaler Umgebung gewinnt der Lerngegenstand für den Schüler subjektive Bedeutung.
- Das Arbeiten im Freiland ist situations- und problembezogen und liefert ideale Voraussetzungen für eine Vielzahl verschiedener Lernprozesse.
- Der hohe Grad an Anschaulichkeit erleichtert nicht nur das Lernen, sondern macht zudem Zusammenhänge besser erfassbar und Transferleistungen wahrscheinlicher.
- Bewiesen ist auch der Vorteil von Primärerfahrungen gegenüber Informationen aus „zweiter Hand“ (Beck, 1984).
- Das Naturerleben mit allen Sinnen als ganzheitliche Erfahrung und Auseinandersetzung mit Lerngegenständen verknüpft „Kopf, Herz und Hand“ (Goller, 1997).
- Freilandarbeit wirkt als Ort der Kommunikation und sozialen Interaktion äußerst positiv auf die Beziehungen der Schüler bzw. zwischen Schülern und Lehrer.

5.4.3 Anfallende Stichprobe

An der Hauptuntersuchung Teil 2 nahmen vier Klassen der Jahrgangsstufe 6 des Hertzhaimer-Gymnasiums in Trostberg teil. Je zwei Klassen wurden zu einer Versuchsgruppe zusammengefasst und an einem der Lernorte unterrichtet. Beide Versuchsgruppen hatten sich mit den gleichen Unterrichtsinhalten und Formen unter jeweils lebensweltlichem Kontext zu befassen (vgl. 5.1, 5.3.2 und 5.4.2).

Tab. 5.5: Teilnehmerzahl der Hauptuntersuchung Teil 2, aufgeschlüsselt nach Lernort und Geschlecht

	Klassenzimmer	Freiland	Gesamt
Jungen	24	26	50
Mädchen	31	29	60
Gesamt	55	55	110

Hauptgrund für die Auswahl einer 6. Jahrgangsstufe des Gymnasiums war natürlich, dass Teil 1 der Untersuchung ja bereits in der 6. Jahrgangsstufe stattgefunden hatte. Für weitere Gründe sei auf Kapitel 5.3.2 und die dortigen Überlegungen zum ersten Teil der Untersuchung verwiesen.

Um eine möglichst homogene Untersuchungspopulation und die Vertrautheit mit der zentralen Lebensgemeinschaft, der Alzaue bei Trostberg, zu gewährleisten, wurden vier Klassen der 6. Jahrgangsstufe des Gymnasiums in Trostberg ausgewählt. Durch das Zusammenfassen zweier Klassen zu einer Versuchsgruppe wurde wiederum eine höhere Aussagekraft der Ergebnisse erreicht. Beide Versuchsgruppen wurden vom Autor unterrichtet.

5.4.4 Test zur Ermittlung des formenkundlichen Wissens

Zur Messung von Lerngewinn, Behaltenseffekt und Lernzuwachs (vgl. 5.6.3) dienten informelle Tests. Hierbei wurden die vom Autor entwickelten Arbeitsblätter des formenkundlichen Unterrichts (vgl. 5.3.2) zugleich als solche Tests verwendet. Die Tests (vgl. Anhang), die im jeweiligen Kontext zu bearbeiten waren, wurden der entsprechenden Versuchsgruppe außerhalb der unterrichtlichen Behandlung dreimal vorgelegt: einmal vor dem formenkundlichen Unterricht als Vortest, um das Vorwissen festzustellen, dann eine Woche nach der Unterrichtseinheit als früher Nachtest und vier Wochen danach als später Nachtest, um kurz- und längerfristige Veränderungen der formenkundlichen Lerngewinne zu erfassen.

Das formenkundliche Wissen wurde dabei auf drei Ebenen überprüft:

- Kenntnis des deutschen Namens der Art (eigentliche Artenkenntnis) bzw. Form
- Ergänzende Kenntnis von kontextbezogenem Hintergrundwissen, wie z.B. Erscheinungsbild, Lebensbedingungen, ökologische Bezüge oder kulturelle Bedeutung (eigentliche Formenkenntnis). Hier waren jeweils fünf Textlücken zu schließen.
- Fähigkeit zur Einordnung in das natürliche System durch höhere Taxa und Kenntnis weiterer Vertreter dieser Großgruppe in der Flussaue

Jede korrekt ergänzte Lücke (5) bzw. richtige Nennung (8) wurde mit einem Punkt bewertet.

Test und Musterlösung finden sich im Anhang.

5.4.5 Überprüfung der Versuchsgruppen auf Vergleichbarkeit

Formenkundliches Vorwissen

Das formenkundliche Vorwissen der teilnehmenden Schüler wurde im Vortest erfasst (vgl. 5.4.4).

Die statistische Auswertung ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen bezüglich des formenkundlichen Vorwissens (vgl. Anhang).

Begleitend erhobene Merkmale

Zur weiteren Überprüfung der Vergleichbarkeit wurden neben dem formenkundlichen Wissen begleitend die folgenden Merkmale erhoben:

- Anteil an Jungen und Mädchen
- Interesse an Arten und Formen
- Ökologische Handlungsbereitschaft

Analog der Voruntersuchung erfolgte die Erhebung mittels Fragebögen, die im Anhang einzusehen sind. Für die weiteren Ausführungen sei auf Kapitel 5.2.3 verwiesen. Die statistische Auswertung ergab in keinem der Merkmale signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen.

5.4.6 Evaluation der formenkundlichen Lerngewinne und Behaltenseffekte

Teil 2 der Hauptuntersuchung erfolgte von Mai bis Juni 2000. Hierbei handelte es sich um eine univariate Untersuchung mit der unabhängigen Variablen „Lernort“ und der abhängigen Variablen „Erwerb von Arten- und Formenkenntnissen unter lebensweltlichem Kontext“.

Die untersuchten Lernorte waren:

- Freiland
- Klassenzimmer

Der formenkundliche Unterricht fand an beiden Lernorten in lebensweltlichem Kontext statt, da sich dieser im ersten Teil der Hauptuntersuchung als am effizientesten für den Erwerb von Arten- und Formenkenntnissen gezeigt hatte (vgl. Kap. 6.2).

Die Untersuchung verlief nach einem Zweistichprobenplan. Die Gesamtstichprobe der an der Untersuchung teilnehmenden Schüler wurde nach der Einführungsstunde zur unterschiedlichen unterrichtlichen Behandlung in zwei Versuchsgruppen eingeteilt.

Intervenierende Variablen wurden nicht berücksichtigt (vgl. 5.3.6). Die Untersuchung erfolgte nach einem Vortest-Nachtest Plan (vgl. 5.3.6) und bestand auch hier wieder aus einem Vortest, einem frühen Nachtest nach einer Woche und einem späten Nachtest nach vier Wochen. Der formenkundliche Unterricht erfolgte unmittelbar nach dem Vortest. Zwischen frühem und spätem Nachtest fand kein formenkundlicher Unterricht statt.

5.5 Hauptuntersuchung, Teil 3: Evaluation des Effekts kombinierter Kontexte auf den Erwerb formenkundlichen Wissens

5.5.1 Zielsetzung

Teil 3 der Hauptuntersuchung sollte aufklären, wie sich eine Kombination unterschiedlicher Kontexte auf den Erwerb formenkundlichen Wissens auswirkt. Es wurde von der Annahme ausgegangen, dass Schüler, die sich schwerpunktmäßig mit Pflanzen und Tieren in einem lebensweltlich-ökologischen Kontext (zwei starke Kontexte) beschäftigen, möglicherweise auch auf der systematisch-morphologischen Ebene bessere Lerngewinne erzielen als umgekehrt.

Untersucht wurde somit der Effekt formenkundlichen Unterrichts, der schwerpunktmäßig („Hauptkontext“) in einem lebensweltlich-ökologischen Kontext durchgeführt wurde, aber auch zu einem Teil („Nebenkontext“) systematisch-morphologische Aspekte berücksichtigte – und vice versa.

5.5.2 Konzeption des formenkundlichen Unterrichts

An dieser Stelle kann weitgehend auf Kapitel 5.3.2 verwiesen werden, da die Einführungsstunde und auch die prinzipielle unterrichtliche Konzeption des Treatments in allen Teilen der Hauptuntersuchung identisch waren. Die Unterschiede seien im Folgenden herausgestellt:

Gestützt auf die Ergebnisse des ersten Teils der Hauptuntersuchung (vgl. Kap. 6.2) wurden im dritten Teil der Hauptuntersuchung zwei Versuchsgruppen gebildet: lebensweltlich-ökologischer Kontext vs. systematisch-morphologischer Kontext.

Um die Aussagekraft der Studie weiter zu erhöhen, wurde Teil 3 in die 8. Jahrgangsstufe verlegt. Für das Treatment der Versuchsgruppen wurden auf der Basis einschlägiger Anregungen aus der Literatur entsprechende Unterrichtseinheiten und adäquate Lernhilfen entwickelt.

(BayStMLU, 1984; Ellenberg, 1986; Schmeil & Fitschen, 1988; Eisenreich, 1991; Strasburger, 1991; Berck & Klee, 1992; Heinzel et al., 1992; Aichele & Golte-Bechtle, 1993; Chinery, 1993; Daumer, 1993; Dreyer, 1993; Brauner, 1995; Fey, 1995; Hiesgen-Altenberg, 1995; Rückriem & Fey, 1995; Hecker, 2000)

Lehrplanbezug:

Die in den Unterrichtseinheiten behandelten Lerninhalte orientierten sich an den Vorgaben des bayerischen Lehrplans für Gymnasien. Im Fachlehrplan für Biologie (1991), Jahrgangsstufe 8, finden sich die folgenden Rahmenbedingungen:

Leitthema: 2 Natürliche und naturnahe Lebensgemeinschaften

Ziel: „Die Beschäftigung mit dem Lebensraum Wald in seinen unterschiedlichen Ausprägungen erschließt den Schülern Einsichten in die Komplexität flächendeckender Ökosysteme und deren Bedeutung für die ganze Erde. Das eigene Erleben durch unmittelbare Erkundung und Beobachtung vor Ort macht ihnen die Vielfalt und Bedeutung der hier beheimateten Lebewesen und die vom Menschen geprägten Nutzformen bewusst. Hieraus soll angesichts der Bedeutung des Waldes als Wirtschafts-, Natur- und Kulturraum sowie seiner Gefährdung durch die Umweltbelastung die Bereitschaft zum Schutz der Natur und der Lebensgrundlagen erwachsen.“

Allgemeine Inhalte des Lehrplanabschnittes:

- Verbreitung und Zusammensetzung der Wälder
- einheimische Laub- und Nadelbäume
- Organisationshöhe und Lebensweise von Moosen und Farnen
- Wechselbeziehungen im Lebensraum Wald
- Bedeutung und Gefährdung des Waldes

Spezielle Inhalte der Unterrichtsstunden:

- Aufbau und Lebensbedingungen einer Flussaue
- ausgewählte, kennzeichnende pflanzliche und tierische Formen der Alzaue im Raum Trostberg

Unterrichtssequenz:

Der formenkundliche Unterricht bestand aus drei aufeinanderfolgenden Unterrichtsstunden.

1. Einführung zum Thema Auwald: „Die Flussaue – Lebensgemeinschaft an der Alz“
2. Treatment: „Pflanzen und Tiere im Auwald“, Teil 1
3. Treatment: „Pflanzen und Tiere im Auwald“, Teil 2

Didaktisch-methodische Vorbemerkung:

Die oben genannten Vorgaben des Lehrplans legten nahe, die vorliegende Untersuchung zur Arten- und Formenkenntnis auch auf die 8. Jahrgangsstufe auszudehnen. Die gewünschte Lebensgemeinschaft kann aufgrund der örtlichen Gegebenheiten wie im vorliegenden Fall eine Flussaue sein. Diese bot sich an, da die Alz nur etwa 200 m vom Trostberger Gymnasium durch die Stadt fließt und so in unmittelbarer Nähe zur Schule die innerstädtischen Reste der Alzauen mit den angrenzenden Auwaldbereichen für Unterrichtsgänge zur Verfügung stehen.

In der Einführungsstunde sollte nun zunächst das Interesse für die Alzaue als ökologisches System geweckt werden. Grundlegende Sachverhalte zu Begrifflichkeit und Aufbau sowie die besonderen Lebensbedingungen bezüglich einer Aue führten zur folgenden Stunde hin. Diese Einführungsstunde war für beide Versuchsgruppen gleich.

Die beiden Folgestunden stellten das eigentliche Treatment der Versuchsgruppen dar: Den Schülern wurden ausgewählte, kennzeichnende pflanzliche und tierische Formen des Ökosystems Auwald am konkreten Beispiel der Alzaue im Bereich Trostberg vorgestellt.

Nach der Einführungsstunde im Klassenzimmer erfolgte der formenkundliche Unterricht für beide Versuchsgruppen im Freiland. Dies hatte sich im zweiten Teil der Hauptuntersuchung (vgl. Kap. 6.3) als besonders effizient erwiesen.

Aus der Vielfalt charakteristischer Arten wurde die in Tabelle 5.6 zusammengestellte Auswahl getroffen. Entscheidend war zum einen das Vorkommen in der Alzaue (kennzeichnende Art) und die Verfügbarkeit geeigneter Hintergrundinformationen im jeweiligen Kontext (kontextbezogene formenkundliche Inhalte). Dies bedeutet, dass die Auswahl der Arten – abgesehen davon, dass sie eine gewisse Bandbreite des zu erschließenden Ökosystems widerspiegeln sollten - wie auch schon die Auswahl der Alzaue als zu behandelndes Ökosystem zufällige Parameter darstellen und im Einzelfall natürlich variiert werden können.

Beiden Versuchsgruppen wurden dieselben Arten/Formen und formenkundlichen Lerninhalte vermittelt:

Tab. 5.6: Zusammenstellung der behandelten Arten/Formen

	lebensweltlich-ökologisch / systematisch-morphologisch
große und kleine Laubgehölze	Schwarzerle (<i>Alnus glutinosa</i>) Salweide (<i>Salix caprea</i>) Faulbaum (<i>Frangula alnus</i>) Gemeiner Schneeball (<i>Viburnum opulus</i>) Wolliger Schneeball (<i>Viburnum lantana</i>) Hasel (<i>Corylus avellana</i>)
krautige Bodenflora	Waldbürstenmoos (<i>Polytrichum spec.</i>) Gemeiner Wurmfarne (<i>Dryopteris filix-mas</i>)
Kleintiere der Laubstreu	Steinläufer (z.B. <i>Lithobius variegatus</i>) Kugelassel (<i>Armadillidium vulgare</i>) Schnurfüßer (z.B. <i>Schizophyllum sabulosum</i>)
Vögel des Auwaldes	Pirol (<i>Oriolus oriolus</i>) Schwarzspecht (<i>Dryocopus martius</i>)
Kleintiere stehender und fließender Gewässer	Eintagsfliegenlarven (Ephemeroptera) Libellenlarven (Odonata)

Bezüglich der Einbettung der formenkundlichen Lerninhalte in die Kontexte wurde im dritten Teil der Hauptuntersuchung in gewisser Weise auch ein neuer Weg beschritten. Wie bereits erläutert, wurde ein lebensweltlich-ökologischer Kontext und ein systematisch-morphologischer Kontext verglichen. Dabei wurde wie folgt vorgegangen:

In Versuchsgruppe 1 waren zwei Drittel der Lerninhalte in lebensweltlich-ökologischen Kontext eingebettet („Hauptkontext“), ein Drittel der Lerninhalte in systematisch-morphologischen Kontext („Nebenkontext“). In Versuchsgruppe 2 war die Aufspaltung entsprechend umgekehrt. Für die Informationstafeln (vgl. Anhang) wurden pro ausgewählter Art /Form drei neutrale, für beide Versuchsgruppen identische, formenkundliche Inhalte ausgewählt. Die beiden ersten wurden dann im jeweiligen Hauptkontext, der dritte im Nebenkontext der Versuchsgruppe angeboten. Die Lerninhalte galt es dann am Arbeitsblatt (vgl. Anhang) im jeweiligen Kontext zu erfassen. Im abschließenden Test wurden die Lerninhalte unabhängig vom Kontext geprüft.

Ziel dieser Anordnung war zu erkunden, ob bei z.B. hauptsächlich lebensweltlich-ökologischer Ausrichtung des formenkundlichen Unterrichts auch auf der systematisch-morphologischen Ebene bessere formenkundliche Lerngewinne erzielt werden als bei schwerpunktmäßiger Beschäftigung mit diesem Kontext – und umgekehrt.

Die Fragestellung könnte lauten: Zeigt ein systematisch-morphologischer Kontext bzw. ein lebensweltlich-ökologischer Kontext unterschiedliche Effizienz beim Erwerb von Arten- und Formenkenntnissen, wenn er als Hauptkontext oder als Nebenkontext Anwendung findet?

Im Folgenden sei die Vorgehensweise am Beispiel der Salweide kurz erläutert:

neutrale Lerninhalte:

- zweihäusige Pflanze
- rötliches Holz
- Salweide steht unter Schutz

a) lebensweltlich-ökologischer Hauptkontext: (Versuchsgruppe 1)

Infotafel:

Die männlichen Zweige dieser zweihäusigen Pflanze (d.h. männliche und weibliche Blütenstände finden sich nicht auf derselben Pflanze!) sind zur Osterzeit als „Palmkätzchen“ ein beliebter Schmuck. Vor allem für die Pfadfinder ist es sicher interessant, dass das rötliche Holz der Salweide hervorragendes Brennholz gibt. *[lebensweltlich-ökologische Einbettung]*

Die Salweide zählt zur Familie der Weidengewächse und ist mit den Pappeln verwandt. Sie steht unter Schutz. *[systematisch-morphologische Einbettung]*

Arbeitsblattausschnitt:

Die _____

Die männlichen Zweige dieser _____Pflanze (d.h. männliche und weibliche Blütenstände finden sich nicht auf derselben Pflanze!) sind zur Osterzeit als „_____“ ein beliebter Schmuck. Vor allem für die Pfadfinder ist es sicher interessant, dass das _____ dieses Baumes hervorragendes Brennholz gibt.

Dieser Baum zählt zur Familie der _____und ist mit den Pappeln verwandt. Sie steht unter Schutz.

systematische Einordnung: _____ - _____ - _____

b) systematisch-morphologischer Hauptkontext: (Versuchsgruppe 2)

Infotafel:

Die männlichen Blütenstände dieser zweihäusigen Pflanze (d.h. männliche und weibliche Blütenstände finden sich nicht auf derselben Pflanze!) sind anfangs silbergrau filzig und fellartig behaart, später erscheinen sie durch die Staubblätter gelb. Die weiblichen Blütenstände sind grün. Der 3 – 10 m hohe Baum besitzt ein rötliches Holz. *[systematisch-morphologische Einbettung]*

Da die Salweide im Frühjahr eine wichtige Futterpflanze für die Bienen ist, steht sie unter Schutz. Sie bietet Pollen und zuckerreichen Nektar. *[lebensweltlich-ökologische Einbettung]*

Arbeitsblattausschnitt:

Die _____

Die männlichen Blütenstände dieser _____Pflanze (d.h. männliche und weibliche Blütenstände finden sich nicht auf derselben Pflanze!) sind anfangs _____filzig und fellartig behaart, später erscheinen sie durch die Staubblätter gelb. Die weiblichen Blütenstände sind grün. Der 3 – 10 m hohe Baum besitzt ein _____Holz.

Da der Baum im Frühjahr eine wichtige _____für die Bienen ist, steht er unter Schutz. Er bietet Pollen und zuckerreichen Nektar.

systematische Einordnung: _____ - _____ - _____

c) Fragen des Tests: (identisch für beide Versuchsgruppen!)

Benenne die abgebildete Pflanze und ordne sie systematisch ein! (4 BE)

Salweide, Pflanze – Samenpflanze – Gehölz

Ist die Pflanze einhäusig oder zweihäusig? (1 BE)

zweihäusig

Welche Farbe besitzt das Holz dieses Baumes? (1 BE)

rötlich

Darfst du die Äste dieser Pflanze abschneiden? Begründe! (1 BE)

Nein! Steht unter Schutz (Bienenweide)

Für die weitere Darstellung sei auf Kapitel 5.3.2 verwiesen!

5.5.3 Anfallende Stichproben

An der Hauptuntersuchung Teil 3 nahmen zwei Klassen der Jahrgangsstufe 8 des Hertzhaimer-Gymnasiums in Trostberg teil. Beide Versuchsgruppen hatten sich mit denselben 15 Arten und vergleichbaren formenkundlichen Lerninhalten zu befassen.

Tab. 5.7: Teilnehmerzahl der Hauptuntersuchung, Teil 3 aufgeschlüsselt nach Kontext und Geschlecht

Kontext	lebenswltl.-ökol.	systemat.-morph.	Gesamt
Jungen	14	12	26
Mädchen	13	16	29
Gesamt	27	28	55

Für die Auswahl einer 8. Jahrgangsstufe waren folgende Argumente ausschlaggebend:

- die Lerninhalte des Biologieunterrichts der 8. sind ähnlich der 6. Jahrgangsstufe stark ökologisch orientiert, wobei auch hier dem Kennenlernen von Pflanzen und Tieren ein hoher Stellenwert eingeräumt wird,
- die Vorgabe des Lehrplans für das bayerische Gymnasium: Im Fachlehrplan Biologie (1991) findet sich in der 8. Jahrgangsstufe das Leitthema „Natürliche und naturnahe Lebensgemeinschaften“. Hier heißt es weiter: „Das eigene Erleben durch unmittelbare Erkundung und Beobachtung vor Ort macht ihnen [den Schülern, Anm. d. Verf.] die Vielfalt und Bedeutung der hier beheimateten Lebewesen und die vom Menschen geprägten Nutzungsformen bewusst.“ Als Inhalte sind u.a. „Wechselbeziehungen im Lebensraum Wald“, darin „Ausgehen von den jeweiligen regionalen Gegebenheiten; Gliederung und Besiedlung des Lebensraums; ...“ angegeben. Dies trifft die Intention der vorliegenden Untersuchung erneut im Kern.

Nicht zuletzt bot sich dadurch aber auch die Möglichkeit, die Ergebnisse der Studie in ihrer Relevanz nachweisbar auszuweiten!

Um eine möglichst homogene Untersuchungspopulation und die Vertrautheit mit der zentralen Lebensgemeinschaft, der Alzaue bei Trostberg, zu gewährleisten, wurden Klassen der 8. Jahrgangsstufe des Gymnasiums in Trostberg ausgewählt.

5.5.4 Test zur Ermittlung des formenkundlichen Wissens

Zur Messung von Lerngewinn, Behaltenseffekt und Lernzuwachs (vgl. 5.6.3) dienten informelle Tests. Die Tests (vgl. Anhang) wurden den Versuchsgruppen außerhalb der unterrichtlichen Behandlung dreimal vorgelegt: einmal vor dem formenkundlichen Unterricht als Vortest, um das Vorwissen festzustellen, dann eine Woche nach der Unterrichtseinheit als früher Nachtest und vier Wochen danach als später Nachtest, um kurz- und längerfristige Veränderungen der formenkundlichen Lerngewinne zu erfassen.

Das formenkundliche Wissen wurde dabei wiederum auf drei Ebenen überprüft:

- Kenntnis des deutschen Namens einer Art (eigentliche Artenkenntnis) bzw. Form
- Ergänzende Kenntnis von kontextbezogenem Hintergrundwissen, wie z.B. Erscheinungsbild, Lebensbedingungen, ökologische Bezüge oder kulturelle Bedeutung (eigentliche Formenkenntnis)
- Fähigkeit zur Einordnung in das natürliche System durch höhere Taxa

Jede richtige Nennung wurde mit einem Punkt bewertet.

Test und Musterlösung finden sich im Anhang.

5.5.5 Überprüfung der Versuchsgruppen auf Vergleichbarkeit

Formenkundliches Vorwissen

Das formenkundliche Vorwissen der teilnehmenden Schüler wurde im Vortest erfasst (vgl. 5.5.4). Die statistische Auswertung ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen bezüglich des formenkundlichen Vorwissens (vgl. Anhang).

Begleitend erhobenes Merkmal

Die statistische Auswertung ergab keinen signifikanten Unterschied in der Verteilung von Jungen und Mädchen zwischen den Versuchsgruppen.

5.5.6 Evaluation der formenkundlichen Lerngewinne und Behaltenseffekte

Teil 3 der Hauptuntersuchung erfolgte von April bis Mai 2001. Es handelte sich um eine univariate Untersuchung mit der unabhängigen Variablen „Kontext des formenkundlichen Unterrichts“ und der abhängigen Variablen „Erwerb von Arten- und Formenkenntnissen“.

Die untersuchten Kontexte waren:

- lebensweltlich-ökologischer Kontext
- systematisch-morphologischer Kontext

Die Untersuchung verlief nach einem Zweistichprobenplan. Die Gesamtstichprobe der an der Untersuchung teilnehmenden Schüler wurde nach der Einführungsstunde zur unterschiedlichen unterrichtlichen Behandlung in zwei Versuchsgruppen eingeteilt.

Intervenierende Variablen wurden nicht berücksichtigt (vgl. 5.3.5). Die Untersuchung erfolgte nach einem Vortest-Nachtest Plan (vgl. 5.3.5) und bestand auch hier wieder aus einem Vortest, einem frühen Nachtest nach einer Woche und einem späten Nachtest nach vier Wochen. Der formenkundliche Unterricht erfolgte unmittelbar nach dem Vortest. Zwischen frühem und spätem Nachtest fand kein formenkundlicher Unterricht statt.

5.6 Datenverarbeitung

5.6.1 Datenerhebung

Erhebungen an bayerischen Schulen bedürfen der Genehmigung durch das Bayerische Staatsministerium für Unterricht und Kultus. Nach ausführlicher Information und Prüfung der Fragebögen geschah dies mit Schreiben vom 17.12.1998 (VI/15-O 5106-8/152 963) im Hinblick auf das pädagogisch-wissenschaftliche Interesse (§ 27 GSO) unter den üblichen Auflagen.

Die Datenerhebung erfolgte mit den im Anhang dargestellten Fragebögen bzw. Tests. Dabei waren im wesentlichen zwei Grundtypen zu bearbeiten:

Das *kontextabhängige Interesse an Arten und Formen* wurde durch die Beantwortung von Fragen auf einer vierteiligen Ratingskala ermittelt. Ebenso die begleitend erhobenen Merkmale „Interesse am Fach Biologie“, „Einschätzung des Schwierigkeitsgrades des Faches Biologie“, „Interesse an Arten und Formen“ (allg.) und „Ökologische Handlungsbereitschaft“.

Das *arten- und formenkundliche Wissen* wurde durch informelle Tests überprüft.

Das *kontextabhängige Interesse an Arten und Formen* (Voruntersuchung) und die begleitend erhobenen Merkmale (Hauptuntersuchung, Teil 1 u. 2) wurden in einer einmaligen Erhebung erfasst.

Beim *Erwerb von Arten- und Formenkenntnissen* wurden durch dreimalige Datenerhebungen (Vortest, früher / später Nachtest) kurzfristige und längerfristige Veränderungen evaluiert.

5.6.2 Datenaufbereitung

Die Fragebögen wurden von Hand ausgewertet. Bei den Bögen mit Ratingskalen wurden die Antworten als Punkte von 1 bis 4 gewertet und die Punktsumme aller Fragen am Bogen notiert.

Bei den Bögen zur Arten- und Formenkenntnis wurde das korrekte Nennen eines gesuchten Begriffes bzw. Füllen einer Lücke als Punkt gewertet. Bei der Korrektur wurde die Punktsumme am Bogen notiert.

Die Punktsummen wurden dann für jeden untersuchten Schüler in SPSS - Datendateien (.sav) übertragen und bildeten so das Rohmaterial für die weitere Bearbeitung.

Die Punktsummen der Ratingskalen beim Interesse an Arten und Formen wurden dann wieder durch die Zahl der jeweiligen Fragen dividiert, wodurch sich für jeden Schüler ein kennzeichnender Zahlenwert in Skaleneinheiten von 1 - 4 ergab („Likert-Skalenwerte“).

Die Punktsummen der informellen Tests wurden in Prozentwerte bezogen auf die maximal erreichbare Testpunktzahl umgerechnet.

5.6.3 Datenanalyse

Zur Datenanalyse kam das Programm SPSS für Windows in der Version 8.0 zur Anwendung. Bei den Daten aus den Testbögen mit Ratingskalen handelt es sich um Daten auf dem Ordinalniveau (vgl. Zöfel, 1992, S. 20). Hier wurde die Verteilung der Likert-Skalenwerte überprüft (Chiquadrat-Test).

Bei den Daten aus den informellen Tests (Arten- und Formenkenntnis) wurden die Punktsommen als intervallskalierte Daten den üblichen Tests zur Vergleichbarkeit bzw. Signifikanz unterzogen (RRZN, 1998; Zöfel, 1992, S. 108): Test auf Normalverteilung (Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest), Varianzhomogenität (Levene-Statistik), Signifikanz (Varianzanalyse/Anova, H-Test nach Kruskal und Wallis, Chiquadrat-Test, Wilcoxon-Test, t-Test). Eine zusammenfassende Darstellung der statistischen Auswertung findet sich im Anhang.

Für die Ordinaldaten wurde der Median in der Box-and-Whisker-Plot Darstellung (vgl. unten) ermittelt.

Für die Intervalldaten wurden zunächst die mittleren Prozentwerte bezogen auf die maximal erreichbare Testpunktzahl gebildet. Ferner wurden die mittleren Differenzen der Prozentwerte zweier Messreihen gebildet:

Zwischen Vortest und frühem Nachtest ergibt sich daraus der kurzfristige Lerngewinn. Dieses „Differenzmaß“ ($\text{Werte}_{\text{Nachtest}} - \text{Werte}_{\text{Vortest}}$) definieren Löwe (1980, S. 52) und Füller (1992) analog als Lernfortschritt, Leibold (1997, S. 99) als Wissenszuwachs.

Aus der Differenz zwischen Vortest und dem späten Nachtest („Differenzmaß II“) konnten Aussagen über längerfristige Behaltenseffekte gemacht werden.

Die relativen Werte (ohne Einheit) errechnen sich weiter als Quotient der Differenz zwischen Nachtest und Vortest und dem Wert des Vortests. Sie ergeben bei den o.g. Autoren entsprechend den relativen Lernfortschritt bzw. relativen Wissenszuwachs.

In dieser Arbeit seien dafür die Begriffe kurzfristiger bzw. längerfristiger relativer formenkundlicher Lernzuwachs verwendet.

Tab. 5.8: Zusammenstellung der Berechnung der verwendeten Kategorien

Lerngewinn (kurzfristig)	Werte (Nt1) – Werte (Vt)
Behaltenseffekt (längerfristig)	Werte (Nt2) – Werte(Vt)
kurzfristiger relativer Lernzuwachs	$\frac{\text{Werte(Nt1)} - \text{Werte (Vt)}}{\text{Werte (Vt)}}$
längerfristiger relativer Lernzuwachs	$\frac{\text{Werte (Nt2)} - \text{Werte(Vt)}}{\text{Werte (Vt)}}$

(verwendete Abkürzungen: Vt=Vortest, Nt1=früher Nachtest, Nt2=später Nachtest)

5.6.4 Darstellung der Ergebnisse

Die Ergebnisse wurden je nach Messniveau unterschiedlich dargestellt (Ehrenberg, 1990; RRZN, 1998; Zöfel, 1992, S. 108).

Ordinaldaten:

- Median im Box-and-Whisker-Plot

Intervalldaten:

- Mittlere Prozentwerte der maximal erreichbaren Testpunktzahlen im Säulendiagramm
- Mittlere Differenzen der Prozentwerte aus den Messreihen im Säulendiagramm (absolut und relativ zu den Werten des Vortests, vgl. oben)

Erläuterungen zum Box-and-Whisker-Plot:

(vgl. Ehrenberg, 1990)

Im Box-and-Whisker-Plot werden alle in einem Test beobachteten Werte in eine Rangreihe gebracht und dann in vier gleiche Teile aufgespalten. Hierbei enthält die *Box* genau die zentralen 50% der Testwerte, wodurch das *obere Quartil* und das *untere Quartil* die Grenzen der Box markieren. Die Datenmenge der Box entspricht somit dem Umfang des Intervalls, das die obersten und untersten 25% der Messwerte ausschließt, und wird daher *Interquartialabstand* oder einfach *Quartialabstand* genannt.

Der *Median* (Zentralwert) halbiert eine nach ihrer Größe geordnete Rangreihe an Messwerten. Der Median wird in der Grafik als Mittellinie dargestellt.

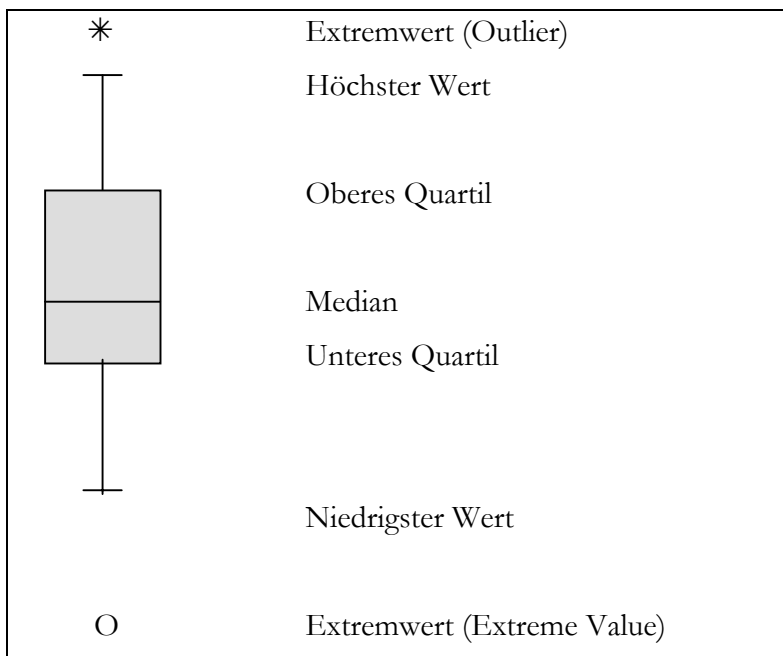
Unter und über ihm liegen exakt 50% der Messwerte. Bei einer völlig symmetrischen Verteilung läge der Median also exakt in der Mitte der Box.

Die Enden der sogenannten *Whiskers* („Schnurrhaare“) zeigen die niedrigsten bzw. höchsten Werte an, die nicht weiter als 1,5 Boxlängen vom jeweiligen Quartil entfernt sind. Sind Werte weiter als 1,5 Boxlängen vom Quartil entfernt, werden sie als *Extremwerte* (*Ausreißer*) bezeichnet, wobei weiter die Begriffe *Outlier* (1,5 bis 3 Boxlängen) und *Extreme Value* (über 3 Boxlängen) unterschieden werden. Sie beeinflussen i.d.R. aber weder Median noch Quartile wesentlich.

Quartile und Median sind es daher, die die Symmetrie einer Verteilung beurteilen lassen:

- je größer die Box, umso stärker streuen die Testwerte
- ist der Median näher dem unteren Boxende, spricht man von positiver Asymmetrie, ist er näher am oberen Ende, von negativer Asymmetrie
- ist kein Median erkennbar fällt er mit einem Quartil zusammen

Beispielgrafik:



6 ERGEBNISSE

Verwendete Abkürzungen:

N: Schülerzahl in der jeweiligen Versuchsgruppe

Vt: Vortest Nt1: früher Nachtest Nt2: später Nachtest

Signifikanzprüfung:

Die Ergebnisse der Signifikanzprüfung sind jeweils in den Legenden der Diagramme, den darauffolgenden Tabellen und in der sich anschließenden Auswertung angegeben.

Eine ausführliche tabellarische Übersicht der Signifikanzprüfung einschließlich der angewandten Prüftests findet sich im Anhang.

Signifikanzniveaus:

		Unterschiede...
$p > 0.05$	n.s.	nicht signifikant
$p \leq 0.05$	*	signifikant
$p \leq 0.01$	**	sehr signifikant
$p \leq 0.001$	***	höchst signifikant

6.1 Ergebnisse der Voruntersuchung

Im Folgenden (6.1.1) ist das Interesse der befragten Schüler am Kennenlernen von Pflanzen und Tieren in einem bestimmten Kontext wiedergegeben. Dargestellt sind die mittleren Skalenwerte auf einer Ratingskala von 1 bis 4 für die Fragestellungen, die auf den jeweiligen Kontext Bezug nahmen. Die Interessenverteilung ist weiterhin aufgeschlüsselt nach Jungen und Mädchen (6.1.2) und für die untersuchten Jahrgangsstufen 5 – 7 (6.1.3). Für weitere Erläuterungen vgl. Abschnitt 5.6.

6.1.1 Kontextabhängiges Interesse an pflanzlichen und tierischen Formen

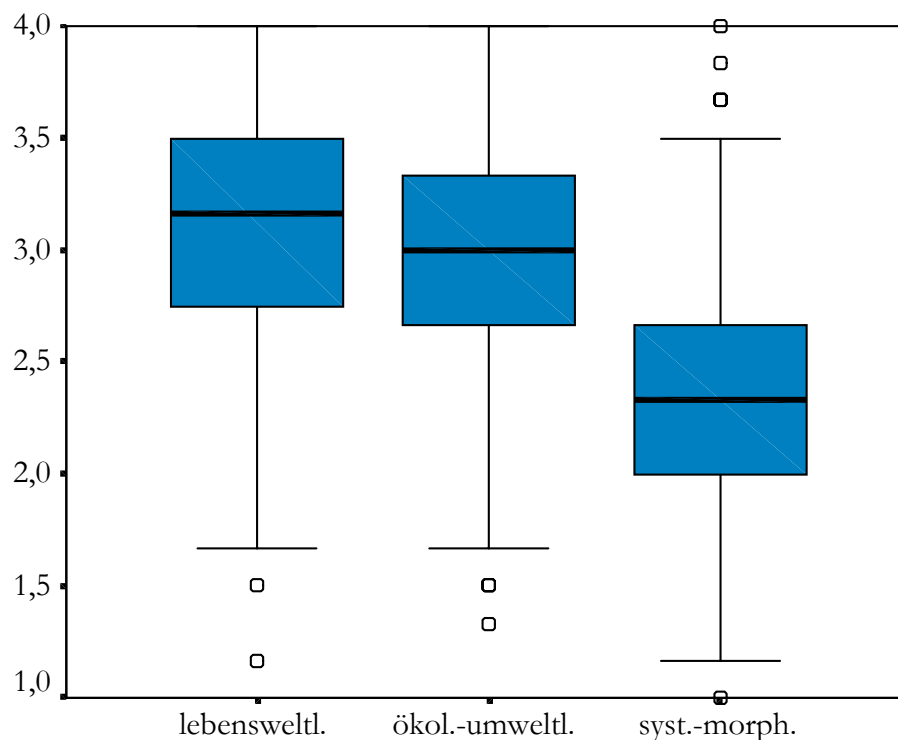


Abb. 6.1: Verteilung der mittleren Likert-Skalenwerte für das Merkmal „Interesse an Arten und Formen“ im jeweiligen Kontext (dargestellt mittels Box-and-Whisker-Plot) für alle befragten Schüler der Voruntersuchung (N=319; Unterschiede: */**/***/***)

Tab. 6.1: Zusammenstellung der Medianwerte des Interesses am Kennenlernen pflanzlicher und tierischer Formen auf einer vierstufigen Ratingskala im jeweiligen Kontext:

Kontext	Median	Perzentile 25	50	75	N	p
lebensweltlich	3,17	2,67	3,17	3,50	319	vgl. Auswertung
ökologisch-umweltlich	3,00	2,67	3,00	3,33	319	
systematisch-morphologisch	2,33	2,00	2,33	2,67	319	

Auswertung:

Das Interesse der Schüler an Arten und Formen war in lebensweltlichem oder ökologisch-umweltlichem Kontext im Schnitt groß, in systematisch-morphologischem Kontext eher gering. Die Unterschiede sind zwischen lebensweltlichem und ökologisch-umweltlichem Kontext signifikant ($p \leq 0.05$), sonst jeweils höchst signifikant ($p \leq 0.001$).

Drei Viertel aller befragten Schüler gaben an, dass sie über die im Fragebogen genannten Pflanzen und Tiere in einem lebensweltlichen aber auch ökologisch-umweltlichen Kontext „gern“ bis „sehr gern“ mehr wissen wollten, wogegen in einem systematisch-morphologischen Kontext gut die Hälfte aller Schüler „nicht so gern“ bis „gar nicht gern“ mehr über die genannten Pflanzen und Tiere lernen mochte.

6.1.2 Geschlechtsspezifisches kontextabhängiges Interesse an pflanzlichen und tierischen Formen

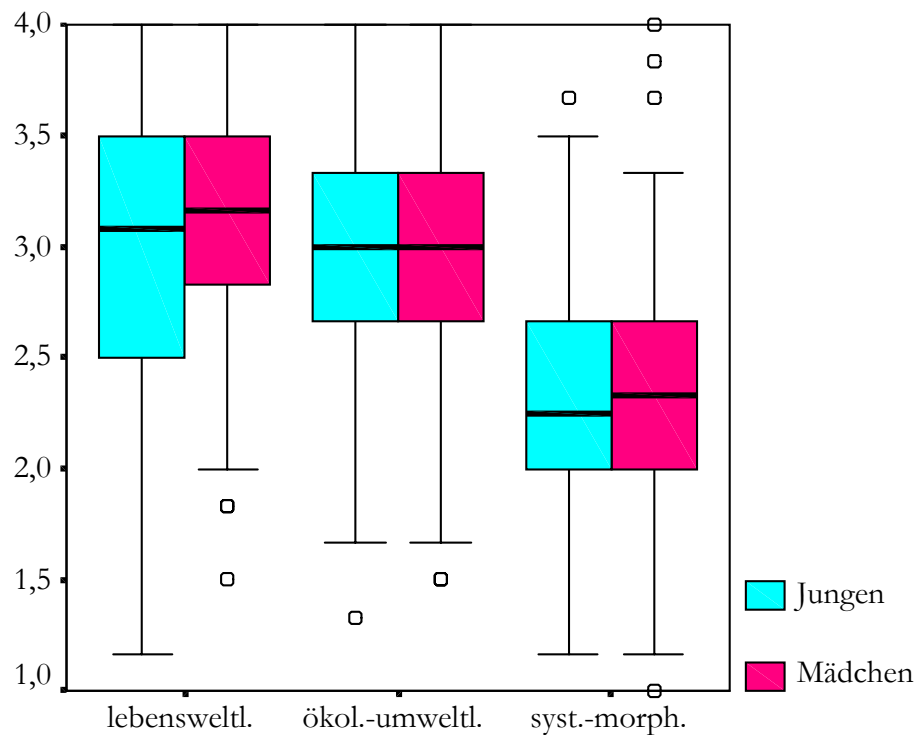


Abb. 6.2: Verteilung der mittleren Likert-Skalenwerte für das Merkmal „Interesse an Arten und Formen“ im jeweiligen Kontext, aufgeschlüsselt nach Geschlechtern (dargestellt mittels Box-and-Whisker-Plot.; $N_{\text{männl.}}=144$, $N_{\text{weibl.}}=175$; Unterschiede: */n.s./n.s.)

Tab. 6.2: Zusammenstellung der Medianwerte des Interesses am Kennenlernen pflanzlicher und tierischer Formen auf einer vierstufigen Ratingskala unter dem jeweiligen Kontext, aufgeschlüsselt nach Geschlechtern:

Kontext	Geschlecht	Median	Perzentile 25	50	75	N	p
lebensweltlich	m	3,01	2,50	3,01	3,50	144	≤ 0.05
	w	3,17	2,83	3,17	3,50	175	
ökologisch-umweltlich	m	3,00	2,67	3,00	3,33	144	n.s.
	w	3,00	2,67	3,00	3,33	175	
systematisch-morphologisch	m	2,25	2,00	2,25	2,67	144	n.s.
	w	2,33	2,00	2,33	2,67	175	

Auswertung:

Die gezeigte kontextabhängige Interessensabstufung ergab sich für Jungen und Mädchen mit einer Ausnahme ohne signifikante Unterschiede. In lebensweltlichem Kontext lag das Interesse der Mädchen jedoch signifikant über dem der Jungen ($p \leq 0.05$).

Ohne der ausführlichen Diskussion (Kapitel 7) vorgreifen zu wollen, kann schon an dieser Stelle gesagt werden, dass dieses Ergebnis in gewisser Weise überrascht:

Eine Reihe von Untersuchungen zeigen für die Naturwissenschaften ein bisweilen stark unterschiedliches Interesse bei Jungen und Mädchen. Hoffmann & Lehrke (1986), Todt & Händel (1988) und Häußler & Hoffmann (1995) zeigten, dass Physikinteressen zum einen ebenfalls sehr stark von den jeweiligen Konnotationen abhängen, zum anderen dies meist aber in sehr unterschiedlicher Weise für die beiden Geschlechter. Übereinstimmend jedoch schneidet eine lebensweltliche Einbettung bei Mädchen am besten ab.

Für biologische Sachverhalte, v.a. bei formenkundlichen Inhalten, überrascht die Tatsache, dass das Interesse der Jungen sich kaum nennenswert von dem der Mädchen unterscheidet, besonders. Hier zeigen die meisten Untersuchungen ein deutlich größeres Interesse der Mädchen (z.B. Scherf, 1986; Löwe 1992). Interpretation s.u..

6.1.3 Jahrgangsspezifisches kontextabhängiges Interesse an pflanzlichen und tierischen Formen

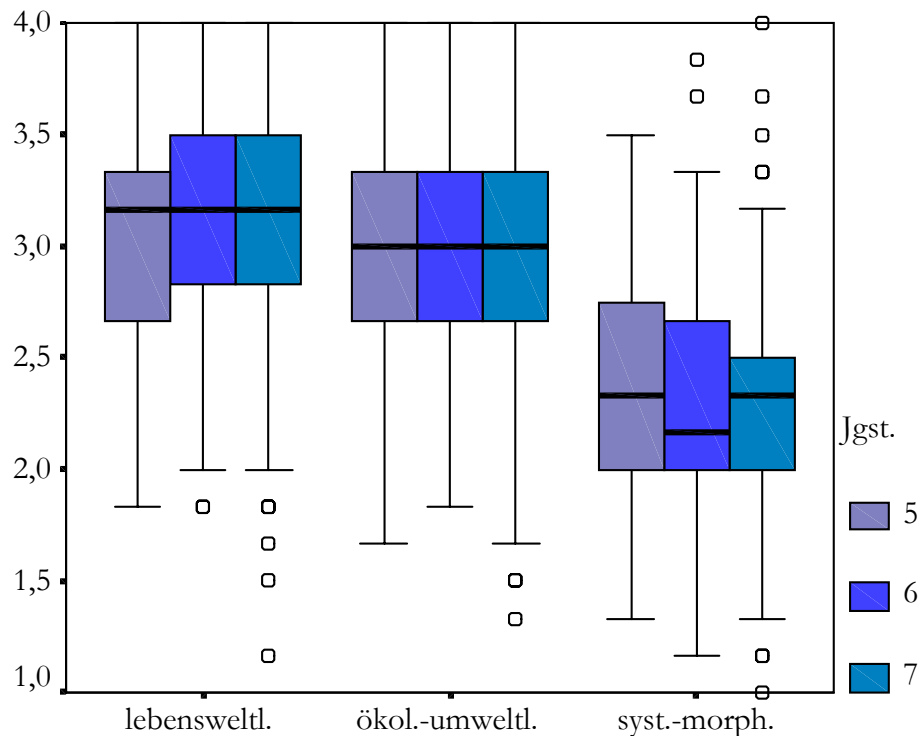


Abb. 6.3: Verteilung der mittleren Likert-Skalenwerte für das Merkmal „Interesse an Arten und Formen“ im jeweiligen Kontext, aufgeschlüsselt nach Jahrgangsstufen (dargestellt mittels Box-and-Whisker-Plot; $N_5=104$, $N_6=113$, $N_7=102$; Unterschiede: n.s.)

Tab. 6.3: Zusammenstellung der Medianwerte des Interesses am Kennenlernen pflanzlicher und tierischer Formen auf einer vierstufigen Ratingskala unter dem jeweiligen Kontext, aufgeschlüsselt nach Jahrgängen:

Kontext	Jahrgang	Median	Perzentile 25	50	75	N	p
lebensweltlich	5	3,17	2,67	3,17	3,33	104	n.s.
	6	3,17	2,83	3,17	3,50	113	
	7	3,17	2,80	3,17	3,50	102	
ökologisch-umweltlich	5	3,00	2,67	3,00	3,33	104	n.s.
	6	3,00	2,67	3,00	3,33	113	
	7	3,00	2,67	3,00	3,33	102	
systematisch-morphologisch	5	2,33	2,00	2,33	2,80	104	n.s.
	6	2,17	2,00	2,17	2,67	113	
	7	2,33	2,00	2,33	2,54	102	

Auswertung:

Die Interessensabstufung der Kontexte zeigte sich ohne signifikante Unterschiede für alle untersuchten Jahrgangsstufen.

Auch dies ist neben der geringen Variation zwischen den Geschlechtern in gewisser Weise überraschend. Üblicherweise sinkt das Interesse an biologischen Themen, besonders auch an formenkundlichen Inhalten, zur Mittelstufe hin drastisch ab (z.B. Löwe, 1987), da nach der sog. Phase universeller Interessen (Todt, 1985) die Interessensfelder der Kinder zunehmend besetzt werden (Todt, 1985 u. 1990; Berck & Klee, 1992). Vgl. auch die ausführliche Diskussion in Kapitel 7 und die Interpretation im Folgenden.

6.1.4 Zusammenfassung und Interpretation der Kontextanalyse

Es ist zweifellos beachtlich, dass das Schülerinteresse an ein und derselben Thematik z.T. höchst signifikant vom unterrichtlichen Kontext abhängt. Umso wichtiger scheint es mir, dies in der unterrichtlichen Praxis vor allem bei derart interessensproblematischen Inhalten wie der Arten- und Formenkenntnis endlich stärker zu berücksichtigen.

Das Interesse der Schüler am Kennenlernen pflanzlicher und tierischer Formen war in einem lebensweltlichen Kontext am größten. Während sich sonst keine geschlechtsspezifischen Interessenspräferenzen zeigten, lag hier das Interesse der Mädchen signifikant höher als das der Jungen. Befunde, die einerseits überraschen, für die sich aber auch Parallelen in den Untersuchungen benachbarter Disziplinen der Naturwissenschaften finden lassen (s.o.).

Beruhigend auch, dass ein ökologisch-umweltlicher Kontext in der Attraktivität unmittelbar folgt, liefert er doch gerade für die Einbettung formenkundlicher Inhalte einen oft größeren Fundus als der lebensweltliche Kontext und bietet meist eine größere Nähe zur Biologie.

Enttäuschend aber keinesfalls überraschend ist das Abschneiden des systematisch-morphologischen Kontextes: Die Schüler zeigten unter ihm das geringste Interesse an formenkundlichen Inhalten. Alarmierend, da formenkundlicher Unterricht an der Schule in der Regel unter einem systematisch-morphologischen Kontext stattfindet!

Die Voruntersuchung zeigte auch, dass die Interessenspräferenzen - zumindest für die Unterstufe - kein jahrgangsspezifisches Phänomen darstellen. Wie bereits kurz diskutiert, ein z.T. überraschendes Ergebnis. Es wäre jedoch denkbar, dass der meist altersabhängig zu Tage tretende Interessensrückgang ein nur überlagertes, eigentlich kontextabhängiges Phänomen darstellt: So könnte sich erst in der Aufdifferenzierung alternativ dargebotener Kontexte zeigen, dass auch ein jüngerer Schüler die üblicherweise systematisch-morphologisch dargebotenen Inhalte abzulehnen wagt, wie es sonst nur ein schon älterer Schüler sich trauen würde.

Interesse an Arten und Formen eher kontextabhängig als altersbedingt?

Denkt man in dieser Richtung weiter, könnte man so auch die geringen geschlechtsbezogenen Unterschiede deuten: Ohne wirkliche Alternativen zeigen Mädchen bei herkömmlichem formenkundlichen Unterricht (systematisch-morphologisch) noch vergleichsweise hohes Interesse. Erst bei attraktiven Alternativen äußern auch sie im systematisch-morphologischen Kontext ein ähnlich geringes Interesse wie Jungen, während unter lebensweltlichem oder ökologisch-umweltlichem Kontext beide ein dann auch ähnlich großes Interesse zeigen.

Interesse an Arten und Formen eher kontextabhängig als geschlechtsbedingt?



6.2 Ergebnisse der Hauptuntersuchung, Teil 1

Im Folgenden sind zunächst (6.2.1) die Werte angegeben, die eine Versuchsgruppe (lebensweltlicher, ökologisch-umweltlicher oder systematisch-morphologischer Kontext) im Mittel im jeweiligen Test erreichte. Dargestellt sind dabei die mittleren Prozentwerte bezogen auf die im Test maximal erreichbare Punktzahl.

Im Anschluss daran finden sich die Differenzen der mittleren Prozentwerte des Vortests und des frühen Nachtests als kurzfristige Veränderung (Lerngewinne) und die Differenzen der Werte des Vortests und des späten Nachtests als längerfristige Veränderung (Behaltenseffekte) des arten- und formenkundlichen Wissens für jede Versuchsgruppe.

Ergänzt werden die Ergebnisse durch die Darstellung der relativen Veränderungen (Lernzuwächse), d.h. der jeweiligen Differenzen bezogen auf den Wert, den die Versuchsgruppe im Vortest erzielt hatte (6.2.2). Für weitere Erläuterungen vgl. Abschnitt 5.6.

Zusätzlich wurden die formenkundlichen Lerngewinne und Behaltenseffekte von Jungen und Mädchen verglichen (6.2.3). Da sich hier nur in lebensweltlichem Kontext signifikante Unterschiede ergaben, wurden nur die Werte dieser Versuchsgruppe graphisch dargestellt.

6.2.1 Kontextabhängige formenkundliche Lerngewinne und Behaltenseffekte

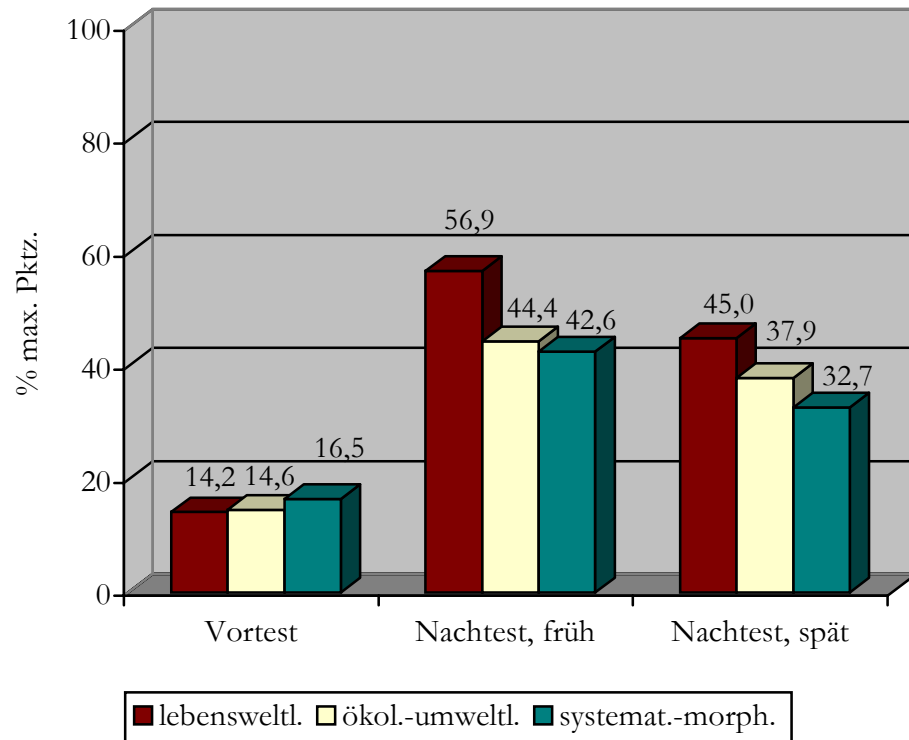


Abb. 6.4: Mittlere Prozentwerte der maximal erreichbaren Testpunktzahlen vor und nach dem formenkundlichen Unterricht, aufgeschlüsselt nach Kontexten ($N_{\text{leben}}=56$, $N_{\text{ökol}}=45$, $N_{\text{morph}}=60$; Unterschiede je Kontext: $V_t/N_{t1}/N_{t2}$: ***; Unterschiede je Messreihe: vgl. Auswertung)

Tab. 6.4: Zusammenstellung der mittleren Prozentwerte der maximal erreichbaren Testpunktzahlen vor und nach dem formenkundlichen Unterricht, unter dem jeweiligen Kontext:

Kontext	Testreihe	Mittelwert ± Standardabweichung	N	p
lebensweltlich	Vt	14,15 ± 7,22	56	≤ 0.001
	Nt1	56,90 ± 17,97		
	Nt2	44,96 ± 17,00		
ökologisch-umweltlich	Vt	14,57 ± 4,89	45	≤ 0.001
	Nt1	44,40 ± 16,05		
	Nt2	37,94 ± 15,17		
systematisch-morphologisch	Vt	16,46 ± 5,47	60	≤ 0.001
	Nt1	42,60 ± 15,61		
	Nt2	32,68 ± 15,08		
insgesamt	Vt	15,13 ± 6,05	161	≤ 0.001
	Nt1	48,07 ± 17,72		
	Nt2	38,42 ± 16,55		

(Unterschiede je Messreihe vgl. Auswertung)

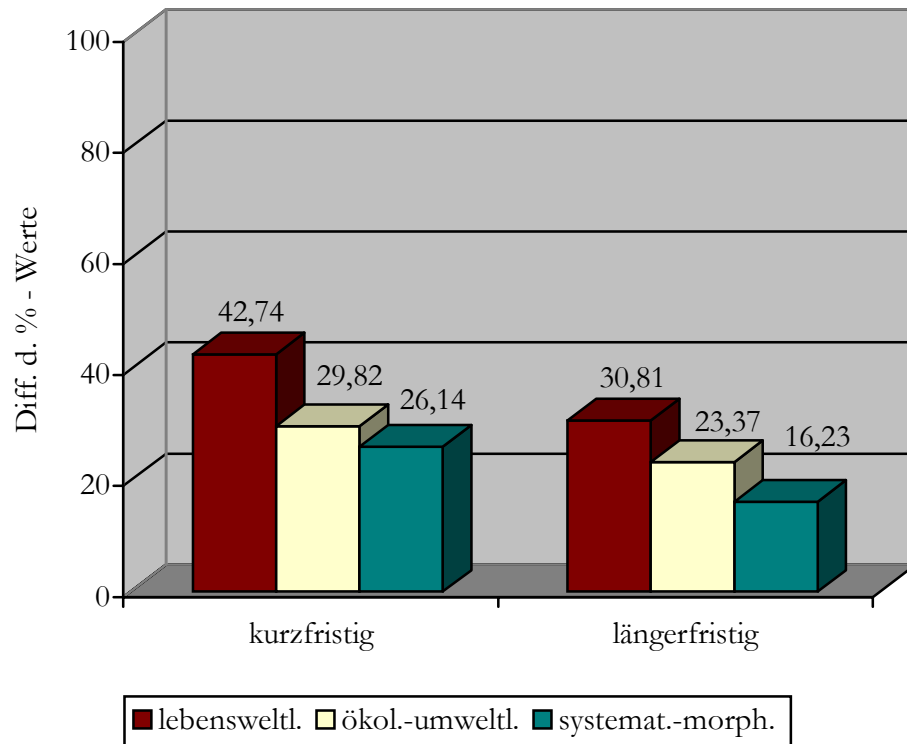


Abb. 6.5: Kontextabhängige Veränderung des formenkundlichen Wissens. Dargestellt sind die mittleren Differenzen der Prozentwerte aus Vortest und frühem Nachtest (kurzfristig) bzw. spätem Nachtest (längerfristig) im jeweiligen Kontext ($N_{\text{leben}}=56$, $N_{\text{ökol}}=45$, $N_{\text{morph}}=60$; Signifikanz vgl. Auswertung).

Tab. 6.5: Zusammenstellung der Mittelwerte der kurzfristigen Lerngewinne und längerfristigen Behaltenseffekte im jeweiligen Kontext:

Veränderung	Kontext	Mittelwert ± Standardabweichung	N	p
kurzfristig	lebensweltlich	42,74 ± 16,93	56	vgl. Auswertung
	ökologisch-umweltlich	29,82 ± 14,12	45	
	systematisch-morphologisch	26,14 ± 15,51	60	
längerfristig	lebensweltlich	30,81 ± 15,63	56	vgl. Auswertung
	ökologisch-umweltlich	23,37 ± 12,66	45	
	systematisch-morphologisch	16,23 ± 13,65	60	

Auswertung:

1. Das arten- und formenkundliche Wissen der unterrichtlich behandelten Schüler stieg insgesamt vom Vortest zum frühen Nachtest auf mehr als den dreifachen Wert. Vom frühen zum späten Nachtest kam es zwar zu einem Rückgang des Wissens, jedoch blieb längerfristig das Wissen weit über dem Doppelten des Vortests. Alle Unterschiede waren höchst signifikant ($p \leq 0.001$).
2. Nach Kontexten aufgespalten zeigte sich der höchste Lernzuwachs im frühen Nachtest in lebensweltlichem Kontext, gefolgt vom ökologisch-umweltlichen und systematisch-morphologischen Kontext. Auch im späten Nachtest blieb lebensweltlich der höchste mittlere Prozentwert erhalten, die Abstufung zwischen den Versuchsgruppen in ökologisch-umweltlichem und systematisch-morphologischem Kontext wurde deutlicher. Die Unterschiede waren jeweils höchst signifikant ($p \leq 0.001$).
3. Während sich die Versuchsgruppen in ihren Ergebnissen im Vortest nicht signifikant unterschieden, setzte sich die Gruppe mit lebensweltlichem Kontext im frühen Nachtest von den übrigen Versuchsgruppen höchst signifikant ($p \leq 0.001$) ab. Im späten Nachtest unterschied sich der lebensweltliche Kontext vom systematisch-morphologischen in seinen Daten nach wie vor höchst signifikant ($p \leq 0.001$), vom ökologisch-umweltlichen aber nur mehr signifikant ($p \leq 0.05$). Die Ergebnisse unter ökologisch-umweltlichem und systematisch-morphologischem Kontext unterschieden sich im frühen und späten Nachtest jeweils nicht signifikant!
4. Die Mittelwerte der Differenzen zeigten einen höheren Lerngewinn (höchst signifikant, $p \leq 0.001$) und bessere Behaltenseffekte (höchst signifikant, $p \leq 0.001$ bzw. sehr signifikant, $p \leq 0.01$) unter lebensweltlichem Kontext. Während kurzfristig die Veränderungen im Vergleich von ökologisch-umweltlichem und systematisch-morphologischem Kontext keine signifikanten Unterschiede zeigten, übertrafen längerfristig die Behaltenseffekte in ökologisch-umweltlichem Kontext die unter systematisch-morphologischem sehr signifikant ($p \leq 0.01$).

6.2.2 Kurz- und längerfristige relative formenkundliche Lernzuwächse in unterschiedlichen Kontexten

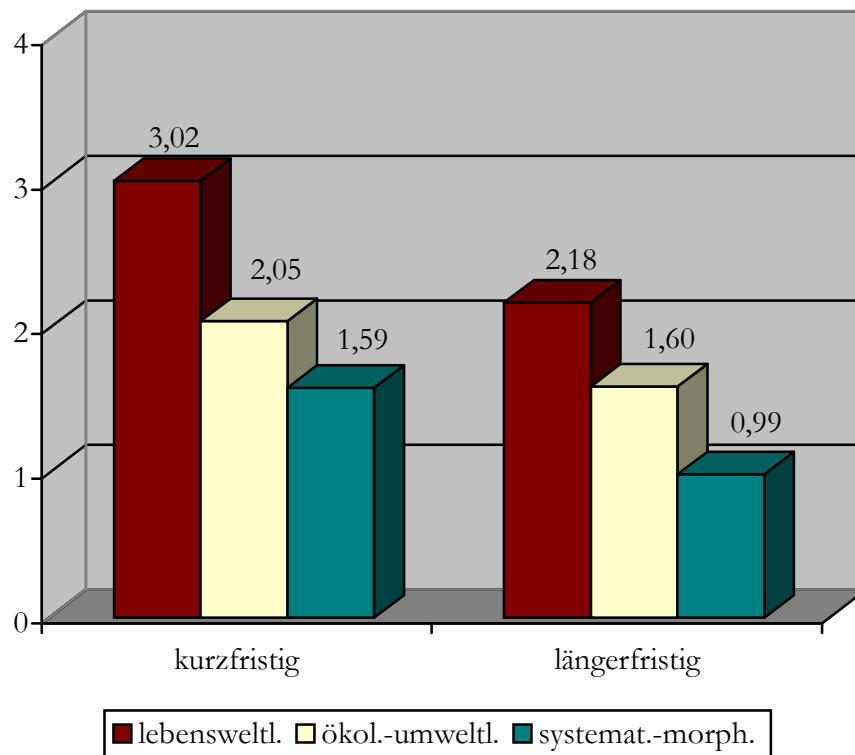


Abb. 6.6: Relativer formenkundlicher Lernzuwachs zwischen Vortest und frühem Nachtest (kurzfristig) bzw. spätem Nachtest (längerfristig) im jeweiligen Kontext ($N_{\text{leben}}=56$, $N_{\text{ökol}}=45$, $N_{\text{morph}}=60$; Signifikanz vgl. Auswertung)

Tab. 6.6: Zusammenstellung der Mittelwerte der kurz- und längerfristigen relativen Lernzuwächse im jeweiligen Kontext:

Veränderung	Kontext	Mittelwert	N	p
kurzfristig	lebensweltlich	3,02	56	vgl. Auswertung
	ökologisch-umweltlich	2,05	45	
	systematisch-morphologisch	1,59	60	
längerfristig	lebensweltlich	2,18	56	vgl. Auswertung
	ökologisch-umweltlich	1,60	45	
	systematisch-morphologisch	0,99	60	

Auswertung:

Der relative Lernzuwachs lässt den Vorsprung des lebensweltlichen Kontextes kurzfristig wie längerfristig noch deutlicher werden. Kurzfristig stieg das Wissen bezogen auf das Vorwissen um das Dreifache, längerfristig noch um mehr als das Zweifache. Der ökologisch-umweltliche Kontext lieferte kurzfristig eine Steigerung um das Zweifache, längerfristig um das 1,6 -fache. Der systematisch-morphologische Kontext bot diese Steigerung nur kurzfristig, längerfristig gelang die Steigerung nicht einmal um den Faktor eins! Bemerkenswert, dass die Unterschiede zwischen ökologisch-umweltlichem und systematisch-morphologischem Kontext im Unterschied zu den absoluten Werten bereits kurzfristig signifikant ($p \leq 0.05$) und langfristig sogar höchst signifikant waren ($p \leq 0.001$). Ansonsten entsprechen die Signifikanzen denen der absoluten Werte.

6.2.3 Vergleich der formenkundlichen Lerngewinne und Behaltenseffekte von Jungen und Mädchen

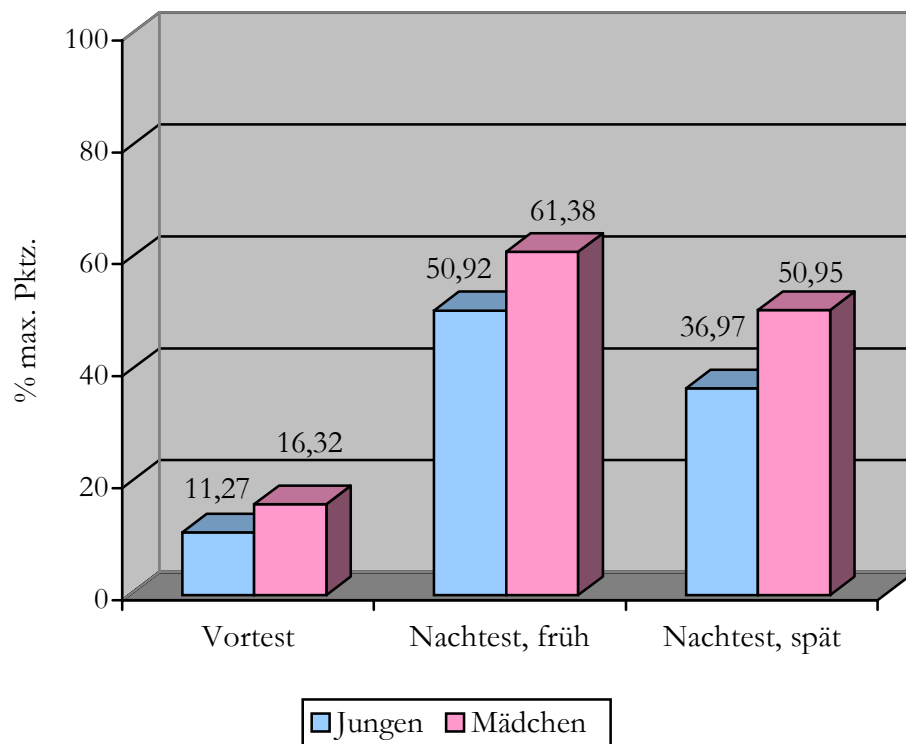


Abb. 6.7: Mittlere Prozentwerte der maximal erreichbaren Testpunktzahlen vor und nach dem formenkundlichen Unterricht in lebensweltlichem Kontext, aufgeschlüsselt nach Geschlecht ($N_{\text{männl.}}=24$, $N_{\text{weibl.}}=32$; Unterschiede: Vt **, Nt1 *, Nt2 **)

Tab. 6.7: Zusammenstellung der mittleren Prozentwerte der maximal erreichbaren Testpunktzahlen vor und nach dem formenkundlichen Unterricht im jeweiligen Kontext, aufgeschlüsselt nach Geschlecht:

Kontext	Testreihe	Geschlecht	Mittelwert ± Standardabweichung	N	p
lebensweltlich	Vt	m	11,27 ± 4,14	24	≤ 0.01
		w	16,32 ± 8,28		
	Nt1	m	50,92 ± 17,78	32	≤ 0.05
		w	61,38 ± 17,02		
	Nt2	m	36,97 ± 15,56		≤ 0.01
		w	50,95 ± 15,70		
ökologisch	Vt	m	13,44 ± 3,73	22	n.s.
		w	15,65 ± 5,66		
	Nt1	m	41,48 ± 15,22	23	n.s.
		w	47,19 ± 16,65		
	Nt2	m	34,64 ± 15,19		n.s.
		w	41,10 ± 14,79		
morphologisch	Vt	m	15,44 ± 5,44	24	n.s.
		w	17,13 ± 5,46		
	Nt1	m	40,39 ± 17,45	36	n.s.
		w	44,06 ± 14,33		
	Nt2	m	28,25 ± 14,22		n.s.
		w	35,64 ± 15,09		

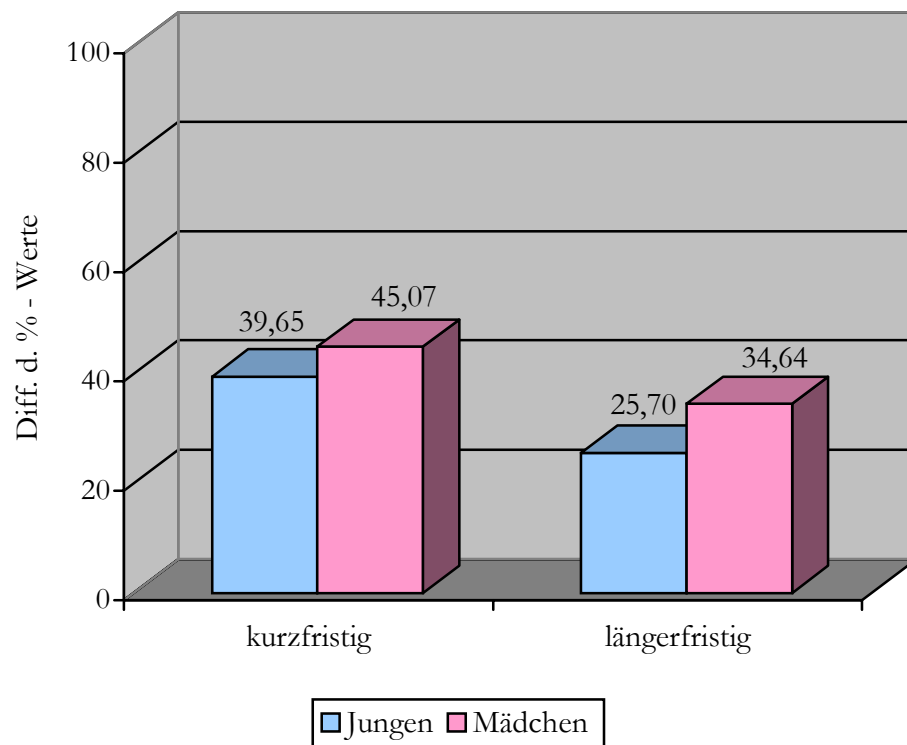


Abb. 6.8: Geschlechtsbezogene Veränderung des formenkundlichen Wissens in lebensweltlichem Kontext. Dargestellt sind die mittleren Differenzen der Prozentwerte aus Vortest und frühem Nachtest (kurzfristig) bzw. spätem Nachtest (längerfristig), aufgeschlüsselt nach Geschlecht ($N_{\text{männl.}}=24$, $N_{\text{weibl.}}=32$; Unterschiede: kurzfr. n.s., längerfr. *)

Tab. 6.8: Zusammenstellung der Mittelwerte der kurzfristigen Lerngewinne und längerfristigen Behaltenseffekte im jeweiligen Kontext, aufgeschlüsselt nach Geschlechtern:

Kontext	Veränderung	Geschlecht	Mittelwert ± Standardabweichung	N	p
lebensweltlich	kurzfristig	m	39,65 ± 15,50	24	n.s.
		w	45,07 ± 17,82	32	
	längerfristig	m	25,70 ± 15,17		≤ 0.05
		w	34,64 ± 15,08		
ökologisch	kurzfristig	m	28,04 ± 13,51	22	n.s.
		w	31,53 ± 14,79	23	
	längerfristig	m	21,20 ± 12,87		n.s.
		w	25,45 ± 12,38		
morphologisch	kurzfristig	m	24,96 ± 17,92	24	n.s.
		w	26,93 ± 13,89	36	
	längerfristig	m	12,81 ± 14,39		n.s.
		w	18,51 ± 12,83		

Auswertung:

1. Unter ökologisch-umweltlichem oder systematisch-morphologischem Kontext ergaben sich zwischen Jungen und Mädchen in keiner der Messreihen signifikante Unterschiede im arten- und formenkundlichen Wissen. Tendenziell lagen die Werte der Mädchen jedoch stets über denen der Jungen.
2. Unter lebensweltlichem Kontext ergaben sich signifikante Differenzen: bereits im Vortest lag das arten- und formenkundliche Wissen in dieser Versuchsgruppe bei den Mädchen sehr signifikant ($p \leq 0.01$) über dem der Jungen. Im frühen Nachtest übertrafen die Mädchen die Jungen noch signifikant ($p \leq 0.05$) im späten Nachtest wieder sehr signifikant ($p \leq 0.01$). Hier war die Differenz zwischen Jungen und Mädchen doppelt so hoch wie in den übrigen Versuchsgruppen.
3. Lerngewinne und Behaltenseffekte lagen in allen Kontexten bei Mädchen geringfügig höher als bei Jungen, jedoch mit einer Ausnahme nicht signifikant. Nur unter lebensweltlichem Kontext ergaben sich längerfristig für Mädchen signifikant ($p \leq 0.05$) bessere Behaltenseffekte als für Jungen.
4. Für die relativen formenkundlichen Lernzuwächse ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen.

6.2.4 Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse, Teil 1

Es zeigt sich zunächst, dass die Einbettung formenkundlichen Unterrichts in Kontexte zu unterschiedlichen Lernergebnissen führt, indem das arten- und formenkundliche Wissen selbst längerfristig auf weit mehr als das Doppelte des Wissensstandes zu Beginn der unterrichtlichen Behandlung gesteigert werden konnte.

Für die einzelnen Kontexte bestätigt sich nun das Bild, das die Voruntersuchung bezüglich der Interessenspräferenzen gezeichnet hatte:

Die größte Effizienz beim Erwerb von Arten- und Formenkenntnissen zeigt ein lebensweltlicher Kontext des formenkundlichen Unterrichts und dies sowohl bei den kurzfristigen Lerngewinnen (Steigerung auf das Vierfache) als auch bei den längerfristigen Behaltenseffekten (Steigerung auf das Dreifache).

Nicht zwingend hätte ein Kontext, der für äußerst interessant erachtet wird, den Erwartungen auch beim tatsächlichen Erwerb von arten- und formenkundlichem Wissen gerecht werden müssen. Umso erfreulicher ist diese Bestätigung.

Etwas differenzierter stellen sich die Ergebnisse unter ökologisch-umweltlichem Kontext dar. Der deutliche Interessensvorsprung, den ihm die Voruntersuchung im Vergleich zum systematisch-morphologischen Kontext zusprach, wirkte sich zunächst nicht merklich aus: bei den kurzfristigen Lerngewinnen zeigte sich zwischen beiden Kontexten kein signifikanter Unterschied. Erst längerfristig wurden unter ökologisch-umweltlichem Kontext deutlich bessere Behaltenseffekte erzielt als unter systematisch-morphologischem (sogar sehr signifikant). Die relativen Lernzuwächse unterschieden sich kurzfristig bereits signifikant, längerfristig sogar höchst signifikant.

Unter systematisch-morphologischem Kontext wurden jedoch übereinstimmend die schlechtesten Ergebnisse erzielt. Ein wenig ermutigender Befund für den konventionellen Biologieunterricht an der Schule, in dem formenkundlicher Unterricht meist im systematisch-morphologischen Kontext erfolgt. Systematik um ihrer selbst willen kann im Biologieunterricht der Schule anscheinend wenig bewirken.

Tendenziell zeigten Mädchen unter allen Kontexten etwas größere Lerngewinne als Jungen. Längerfristig vergrößerte sich ihr Vorsprung sogar noch. Dies führte dazu, dass – während sich sonst keine signifikanten geschlechtsspezifischen Unterschiede ergaben – die Mädchen unter lebensweltlichem Kontext signifikant bessere Behaltenseffekte erzielten als die Jungen. (Unter dem Kontext also, unter dem sie ja bereits ein größeres Interesse für pflanzliche und tierische Formen gezeigt hatten. Vgl. Voruntersuchung.)

6.3 Ergebnisse der Hauptuntersuchung, Teil 2

Im Folgenden sind zunächst (6.3.1) die Werte angegeben, die eine Versuchsgruppe (nun Freiland oder Klassenzimmer) im Mittel im jeweiligen Test erreichte. Dargestellt sind dabei wiederum die mittleren Prozentwerte bezogen auf die im Test maximal erreichbare Punktzahl.

Im Anschluss daran finden sich die Differenzen der mittleren Prozentwerte des Vortests und des frühen Nachtests als kurzfristige Veränderung (Lerngewinne) und die Differenzen der Werte des Vortests und des späten Nachtests als längerfristige Veränderung (Behaltenseffekte) des arten- und formenkundlichen Wissens für die beiden Versuchsgruppen.

Ergänzt werden die Ergebnisse durch die Darstellung der relativen Veränderungen (Lernzuwächse), d.h. der jeweiligen Differenzen bezogen auf den Wert, den die Versuchsgruppe im Vortest erzielt hatte (6.3.2). Für weitere Erläuterungen vgl. Abschnitt 5.6.

6.3.1 Einfluss der Lernorte „Freiland“ und „Klassenzimmer“ auf den Erwerb formenkundlichen Wissens und auf Behaltenseffekte in lebensweltlichem Kontext

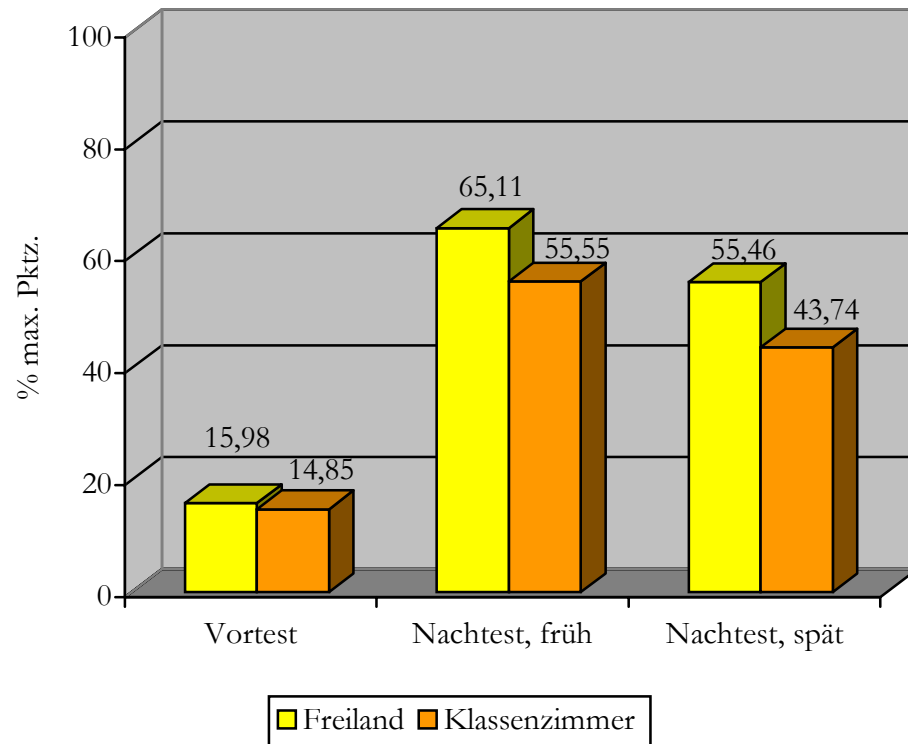


Abb. 6.9: Mittlere Prozentwerte der maximal erreichbaren Testpunktzahlen vor und nach dem formenkundlichen Unterricht in lebensweltlichem Kontext aufgeschlüsselt nach dem Lernort ($N_{\text{frei}}=55$, $N_{\text{klasse}}=55$; Unterschiede je Lernort: Vt/Nt1/Nt2: ***, Unterschiede je Messreihe: Vt n.s., Nt1 **, Nt2 ***)

Tab. 6.9: Zusammenstellung der mittleren Prozentwerte der maximal erreichbaren Testpunktzahlen vor und nach dem formenkundlichen Unterricht in lebensweltlichem Kontext aufgeschlüsselt nach dem Lernort:

Lernort	Testreihe	Mittelwert ± Standardabweichung	N	p
Freiland	Vt	15,98 ± 7,97	55	≤ 0.001
	Nt1	65,11 ± 18,34		
	Nt2	55,46 ± 16,40		
Klassenzimmer	Vt	14,85 ± 7,24	55	≤ 0.001
	Nt1	55,55 ± 18,10		
	Nt2	43,74 ± 17,13		
insgesamt	Vt	15,41 ± 7,60	110	≤ 0.001
	Nt1	60,33 ± 18,76		
	Nt2	49,60 ± 17,70		

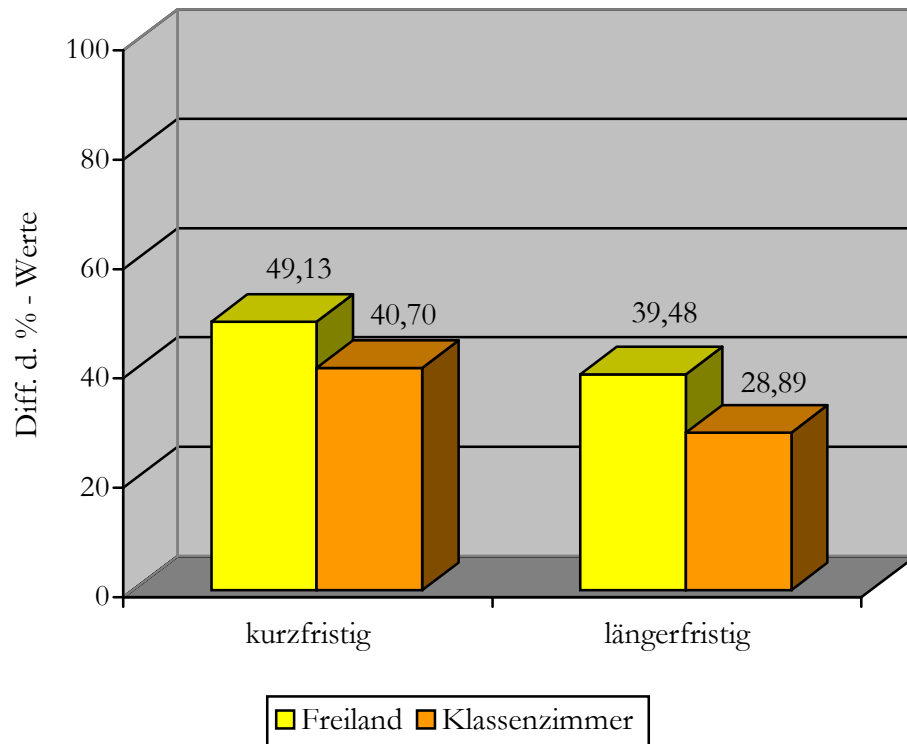


Abb. 6.10: Lernortabhängige Veränderung des formenkundlichen Wissens in lebensweltlichem Kontext. Dargestellt sind die mittleren Differenzen der Prozentwerte aus Vortest und frühem Nachtest (kurzfristig) bzw. spätem Nachtest (längerfristig) am jeweiligen Lernort ($N_{\text{frei}}=55$, $N_{\text{klasse}}=55$; Unterschiede: kurzfr. *, längerfr. ***).

Tab. 6.10: Zusammenstellung der Mittelwerte der kurzfristigen Lerngewinne und der längerfristigen Behaltenseffekte in lebensweltlichem Kontext aufgeschlüsselt nach dem Lernort:

Veränderung	Lernort	Mittelwert ± Standardabweichung	N	p
kurzfristig	Freiland	49,13 ± 18,57	55	≤ 0.05
	Klassenzimmer	40,70 ± 17,08	55	
längerfristig	Freiland	39,48 ± 16,10	55	≤ 0.001
	Klassenzimmer	28,89 ± 15,78	55	

Auswertung:

1. Das arten- und formenkundliche Wissen der unterrichtlich behandelten Schüler stieg insgesamt vom Vortest zum frühen Nachtest auf den vierfachen Wert. Zum späten Nachtest hin kam es zwar zu einem Rückgang des Wissens, jedoch blieben die Ergebnisse längerfristig weit über dem Dreifachen des Vortests. Die Veränderungen waren jeweils höchst signifikant ($p \leq 0.001$).
2. Nach Lernorten aufgespalten lag das arten- und formenkundliche Wissen im frühen Nachtest im Freiland über dem vierfachen Ausgangswert, im Klassenzimmer etwas darunter. Im späten Nachtest blieb der Wert im Freiland über dem Dreifachen des Vortests, im Klassenzimmer wieder etwas darunter. Die Unterschiede innerhalb der Versuchsgruppen waren jeweils höchst signifikant ($p \leq 0.001$).
3. Während sich die Versuchsgruppen im Vortest nicht signifikant unterschieden, lag die erreichte Arten- und Formenkenntnis bei Freilandunterricht im frühen wie im späten Nachtest deutlich höher als bei Unterricht im Klassenzimmer. Die Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen waren im frühen Nachtest sehr ($p \leq 0.01$), im späten Nachtest sogar höchst signifikant ($p \leq 0.001$).
4. Die Mittelwerte der Differenzen zeigten kurzfristig signifikant ($p \leq 0.05$) höhere Lerngewinne, längerfristig sogar höchst signifikant ($p \leq 0.001$) bessere Behaltenseffekte bei Freilandunterricht als bei Unterricht im Klassenzimmer.

6.3.2 Einfluss der Lernorte „Freiland“ und „Klassenzimmer“ auf kurz- und längerfristige relative formenkundliche Lernzuwächse in lebensweltlichem Kontext

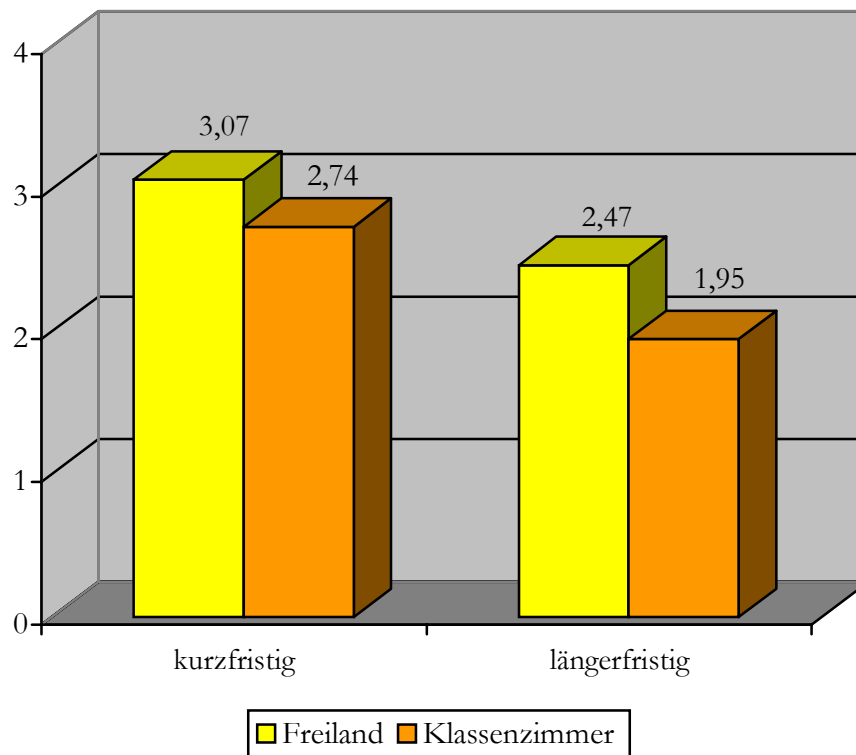


Abb. 6.11: Relativer formenkundlicher Lernzuwachs in lebensweltlichem Kontext zwischen Vortest und frühem Nachtest (kurzfristig) bzw. spätem Nachtest (längerfristig) am jeweiligen Lernort ($N_{\text{frei}}=55$, $N_{\text{klasse}}=55$; Unterschiede: kurzfr. n.s., längerfrist. *)

Tab. 6.11: Zusammenstellung der Mittelwerte des kurz- und längerfristigen relativen Lernzuwachses in lebensweltlichem Kontext aufgeschlüsselt nach dem Lernort:

Veränderung	Lernort	Mittelwert	N	p
kurzfristig	Freiland	3,07	55	n.s.
	Klassenzimmer	2,74	55	
längerfristig	Freiland	2,47	55	≤ 0.05
	Klassenzimmer	1,95	55	

Auswertung:

Der relative Lernzuwachs zeigte ebenfalls den deutlichen Vorsprung des Freilandunterrichts: Im Freiland stieg das Wissen kurzfristig um den dreifachen Ausgangswert, im Klassenzimmer um das gut 2,7 -fache (Unterschied noch nicht signifikant). Längerfristig betrug der Lernzuwachs im Freiland etwa das Zweieinhalbfache des Ausgangswerts, im Klassenzimmer das knapp Zweifache (Unterschied signifikant, $p \leq 0.05$).

6.3.3 Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse, Teil 2

Zunächst zeigt sich erneut, dass die Einbettung des formenkundlichen Unterrichts in einen Kontext, und v.a. in einen wie hier lebensweltlichen Kontext, eine sehr deutliche Auswirkung auf seine Effizienz für den Erwerb von Arten- und Formenkenntnissen hat. So ließ sich das arten- und formenkundliche Wissen aller unterrichtlich behandelten Schüler selbst längerfristig noch weit über das Dreifache ihrer Kenntnisse zu Beginn der Untersuchung steigern.

Vergleicht man nun die Verhältnisse an den unterschiedlichen Lernorten Freiland oder Klassenzimmer, so zeigt sich, dass stets bessere Ergebnisse erzielt wurden, wenn der formenkundliche Unterricht im Freiland erfolgte.

Dies bedeutet, dass sich kontextbezogener formenkundlicher Unterricht im Freiland nochmals bezüglich des Erwerbs von formenkundlichem Wissen steigern ließ, selbst wenn er im wirkungsvollsten (lebensweltlichen) Kontext eingebettet war.

Heißt also, auch wenn formenkundlicher Unterricht im Klassenzimmer durch Einbetten in entsprechende Kontexte optimiert werden kann, sollte nicht auf einen Unterrichtsgang ins Freiland verzichtet werden.

Für mich ist es zudem eine interessante Beobachtung, dass die gemessenen Unterschiede im späten Nachtest noch signifikanter waren als im frühen Nachtest. Freilandarbeit wirkt sich anscheinend besonders auf die längerfristigen Behaltenseffekte positiv aus.

6.4 Ergebnisse der Hauptuntersuchung, Teil 3

Im Folgenden sind zunächst (6.4.1) die Werte angegeben, die eine Versuchsgruppe im Mittel im jeweiligen Test erreichte. Dargestellt sind dabei die mittleren Prozentwerte bezogen auf die im Test maximal erreichbare Punktzahl.

Da nun für jede Versuchsgruppe zwei Kontexte darzustellen waren,

Versuchsgruppe 1:	Hauptkontext	lebensweltlich-ökologisch	
	Nebenkontext	systematisch-morphologisch	und
Versuchsgruppe 2:	Hauptkontext	systematisch-morphologisch	
	Nebenkontext	lebensweltlich-ökologisch,	

war für jede Messreihe ein eigenes Diagramm erforderlich (Abschnitt a: Vortest, Abschnitt b: früher Nachtest, Abschnitt c: später Nachtest)

Im Anschluss daran finden sich die Differenzen der mittleren Prozentwerte des Vortests und des frühen Nachtests als kurzfristige Veränderung (Abschnitt d: Lerngewinne) und die Differenzen der Werte des Vortests und des späten Nachtests als längerfristige Veränderung (Abschnitt e: Behaltenseffekte) des arten- und formenkundlichen Wissens für die beiden Versuchsgruppen.

Ergänzt werden die Ergebnisse durch die Darstellung der relativen Veränderungen (Lernzuwächse), d.h. der jeweiligen Differenzen, bezogen auf den Wert, den die Versuchsgruppe im Vortest erzielt hatte (6.4.2, Abschnitt a: kurzfristig, Abschnitt b: längerfristig). Für weitere Erläuterungen vgl. Abschnitt 5.6.

6.4.1 Auswirkung kombinierter Kontexte auf den Erwerb formenkundlichen Wissens und auf Behaltenseffekte

a) Vortest:

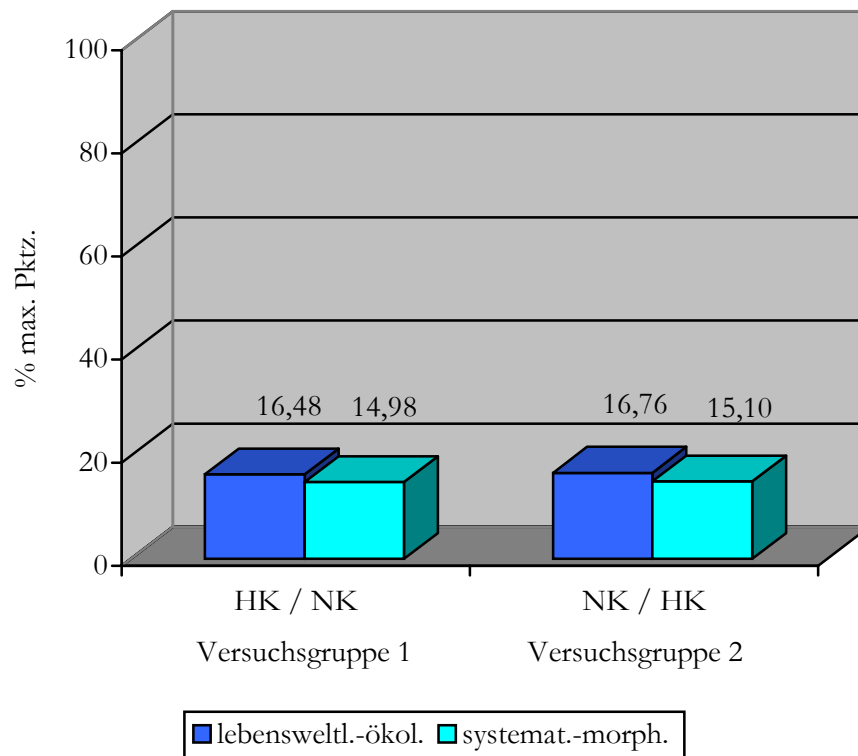


Abb. 6.12: Mittlere Prozentwerte der maximal erreichbaren Testpunktzahlen im Vortest unter lebensweltlich-ökologischem und systematisch-morphologischem Kontext, bei Verwendung als Haupt- oder Nebenkontext ($N_1=27$, $N_2=28$; Unterschiede: n.s.)

Tab. 6.12: Zusammenstellung der mittleren Prozentwerte der maximal erreichbaren Testpunktzahlen im Vortest unter lebensweltlich-ökologischem und systematisch-morphologischem Kontext, bei Verwendung als Haupt- oder Nebenkontext:

Kontext	Verwendung	Mittelwert ± Standardabweichung	N	p
lebensweltlich-ökologisch	Hauptkontext	16,48 ± 7,39	27	n.s.
	Nebenkontext	16,76 ± 9,76	28	
systematisch-morphologisch	Hauptkontext	15,10 ± 9,42	28	n.s.
	Nebenkontext	14,98 ± 8,33	27	

b) früher Nachtest:

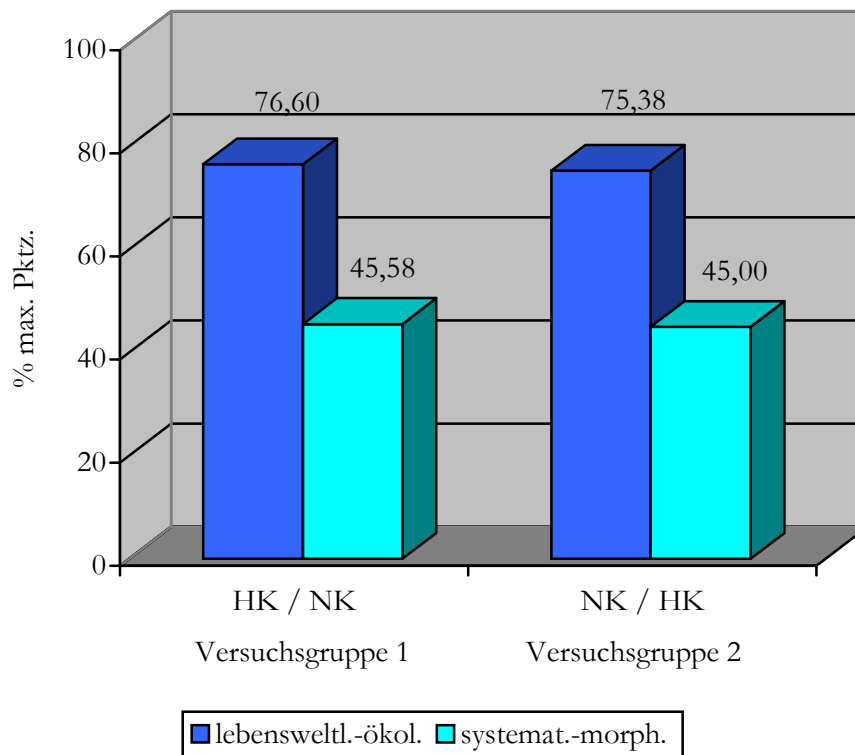


Abb. 6.13: Mittlere Prozentwerte der maximal erreichbaren Testpunktzahlen im frühen Nachtest unter lebensweltlich-ökologischem und systematisch-morphologischem Kontext, bei Verwendung als Haupt- oder Nebenkontext ($N_1=27$, $N_2=28$; Unterschiede: zwischen den Kontexten ***, innerhalb der Kontexte n.s.)

Tab. 6.13: Zusammenstellung der mittleren Prozentwerte der maximal erreichbaren Testpunktzahlen im frühen Nachtest unter lebensweltlich-ökologischem und systematisch-morphologischem Kontext, bei Verwendung als Haupt- oder Nebenkontext:

Kontext	Verwendung	Mittelwert ± Standardabweichung	N	p
lebensweltlich-ökologisch	Hauptkontext	76,60 ± 17,99	27	n.s.
	Nebenkontext	75,38 ± 16,59	28	
systematisch-morphologisch	Hauptkontext	45,00 ± 25,07	28	n.s.
	Nebenkontext	45,58 ± 24,82	27	

c) später Nachtest:

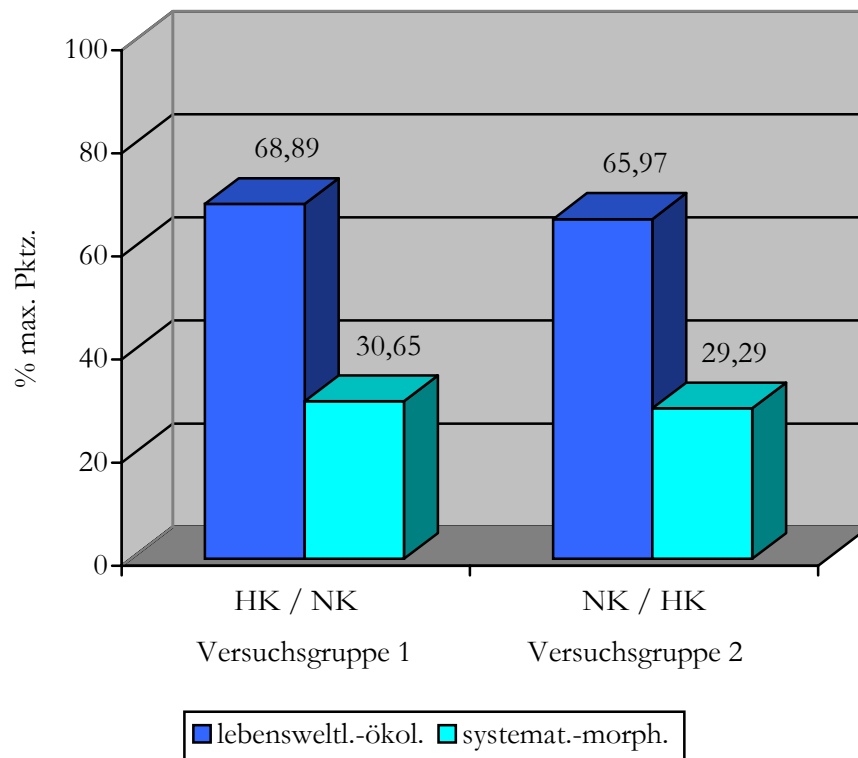


Abb. 6.14: Mittlere Prozentwerte der maximal erreichbaren Testpunktzahlen im späten Nachtest unter lebensweltlich-ökologischem und systematisch-morphologischem Kontext, bei Verwendung als Haupt- oder Nebenkontext ($N_1=27$, $N_2=28$; Unterschiede: zwischen den Kontexten ***, innerhalb der Kontexte n.s.)

Tab. 6.14: Zusammenstellung der mittleren Prozentwerte der maximal erreichbaren Testpunktzahlen im späten Nachtest unter lebensweltlich-ökologischem und systematisch-morphologischem Kontext, bei Verwendung als Haupt- oder Nebenkontext:

Kontext	Verwendung	Mittelwert ± Standardabweichung	N	p
lebensweltlich-ökologisch	Hauptkontext	68,89 ± 17,67	27	n.s.
	Nebenkontext	65,97 ± 20,53	28	
systematisch-morphologisch	Hauptkontext	29,29 ± 19,83	28	n.s.
	Nebenkontext	30,65 ± 26,74	27	

d) kurzfristige Veränderungen (Lerngewinne):

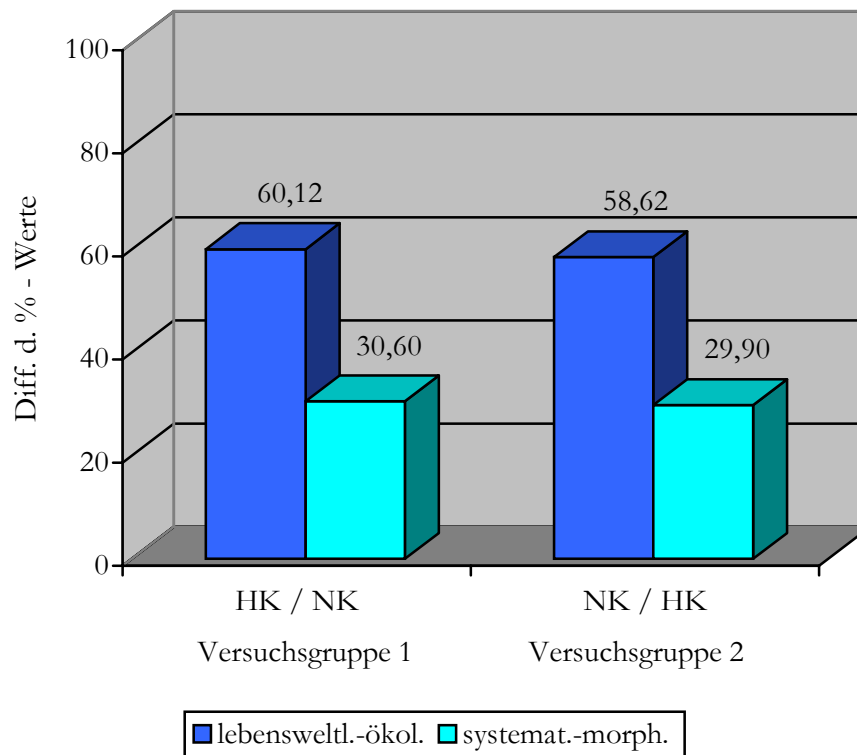


Abb. 6.15: Kontextabhängige Veränderung des formenkundlichen Wissens. Dargestellt sind die mittleren Differenzen der Prozentwerte aus Vortest und frühem Nachtest (kurzfristig) in lebensweltlich-ökologischem und systematisch-morphologischem Kontext bei Verwendung als Haupt- oder Nebenkontext ($N_1=27$, $N_2=28$; Unterschiede: zwischen den Kontexten ***, innerhalb der Kontexte n.s.)

Tab. 6.15: Zusammenstellung der Mittelwerte der kurzfristigen Lerngewinne in lebensweltlich-ökologischem und systematisch-morphologischem Kontext bei Verwendung als Haupt- oder Nebenkontext:

Kontext	Verwendung	Mittelwert ± Standardabweichung	N	p
lebensweltlich-ökologisch	Hauptkontext	60,12 ± 17,79	27	n.s.
	Nebenkontext	58,62 ± 16,78	28	
systematisch-morphologisch	Hauptkontext	29,90 ± 24,72	28	n.s.
	Nebenkontext	30,60 ± 27,41	27	

e) längerfristige Veränderungen (Behaltenseffekte):

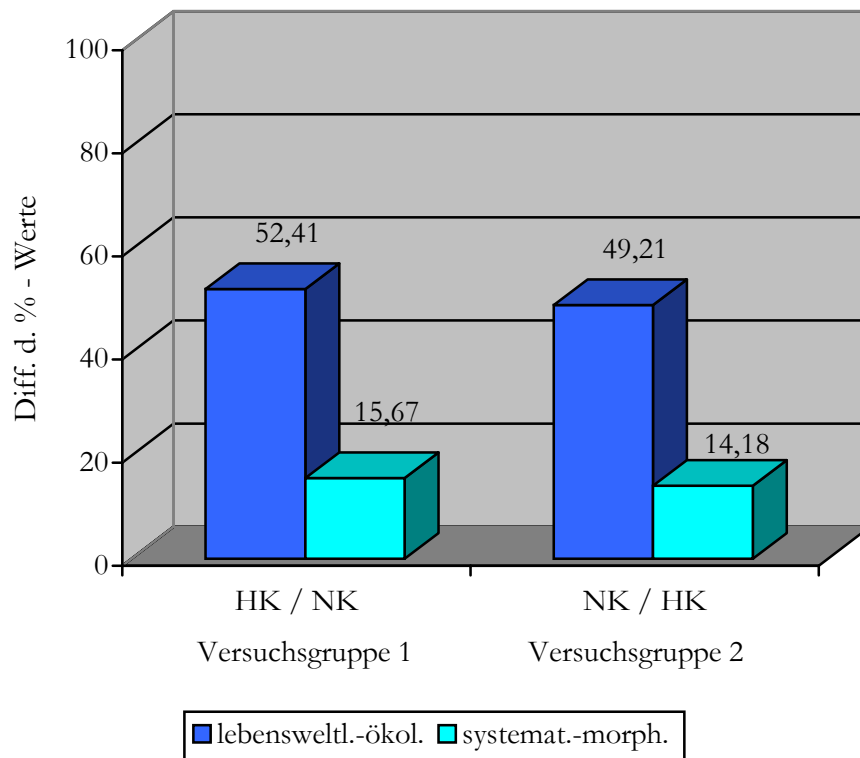


Abb. 6.16: Kontextabhängige Veränderung des formenkundlichen Wissens. Dargestellt sind die mittleren Differenzen der Prozentwerte aus Vortest und spätem Nachtest (längerfristig) in lebensweltlich-ökologischem und systematisch-morphologischem Kontext bei Verwendung als Haupt- oder Nebenkontext ($N_1=27$, $N_2=28$; Unterschiede: zwischen den Kontexten ***, innerhalb der Kontexte n.s.)

Tab. 6.16: Zusammenstellung der Mittelwerte der längerfristigen Behaltenseffekte in lebensweltlich-ökologischem und systematisch-morphologischem Kontext bei Verwendung als Haupt- oder Nebenkontext:

Kontext	Verwendung	Mittelwert ± Standardabweichung	N	p
lebensweltlich-ökologisch	Hauptkontext	52,41 ± 16,79	27	n.s.
	Nebenkontext	49,21 ± 17,96	28	
systematisch-morphologisch	Hauptkontext	14,18 ± 18,56	28	n.s.
	Nebenkontext	15,67 ± 18,61	27	

Auswertung:

1. Die Verwendung eines Kontextes als Haupt- oder Nebenkontext hatte auf den damit verbundenen Erwerb von Arten- und Formenkenntnissen keinen signifikanten Einfluss.
2. Tendenziell verlor der lebensweltlich-ökologische Kontext jedoch etwas an Effizienz, wenn er nur als Nebenkontext angewandt wurde, während der systematisch-morphologische Kontext in diesem Fall sogar besser abschnitt.
3. Für diese Veränderungen galt weiter: Der Rückgang des vermittelten formenkundlichen Wissens unter lebensweltlich-ökologischem Kontext war höher als die Zunahme unter systematisch-morphologischem Kontext. Beide Effekte verstärkten sich zudem längerfristig!
4. Unter lebensweltlich-ökologischem Kontext lag das arten- und formenkundliche Wissen im frühen Nachtest nur etwas unter dem Fünffachen des Vortests, in systematisch-morphologischem Kontext beim dreifachen Wert des Vortests. Im späten Nachtest blieben die erzielten mittleren Prozentwerte im lebensweltlich-ökologischen Kontext über dem Vierfachen, in systematisch-morphologischem Kontext beim Dreifachen des Ausgangswertes. Die Veränderungen innerhalb der Messreihen waren jeweils höchst signifikant ($p \leq 0.001$).
5. Während sich die Versuchsgruppen im Vortest nicht signifikant unterschieden, war die erreichte Arten- und Formenkenntnis im frühen und späten Nachtest unter lebensweltlich-ökologischem Kontext jeweils höchst signifikant ($p \leq 0.001$) höher als in einem systematisch-morphologischen Kontext.
6. Die Mittelwerte der Differenzen zeigten höchst signifikant ($p \leq 0.001$) bessere kurzfristige Lerngewinne und längerfristige Behaltenseffekte in lebensweltlich-ökologischem Kontext als in systematisch-morphologischem Kontext.

6.4.2 Kurz- und längerfristige relative formenkundliche Lernzuwächse in kombinierten Kontexten

a) kurzfristige Veränderungen:

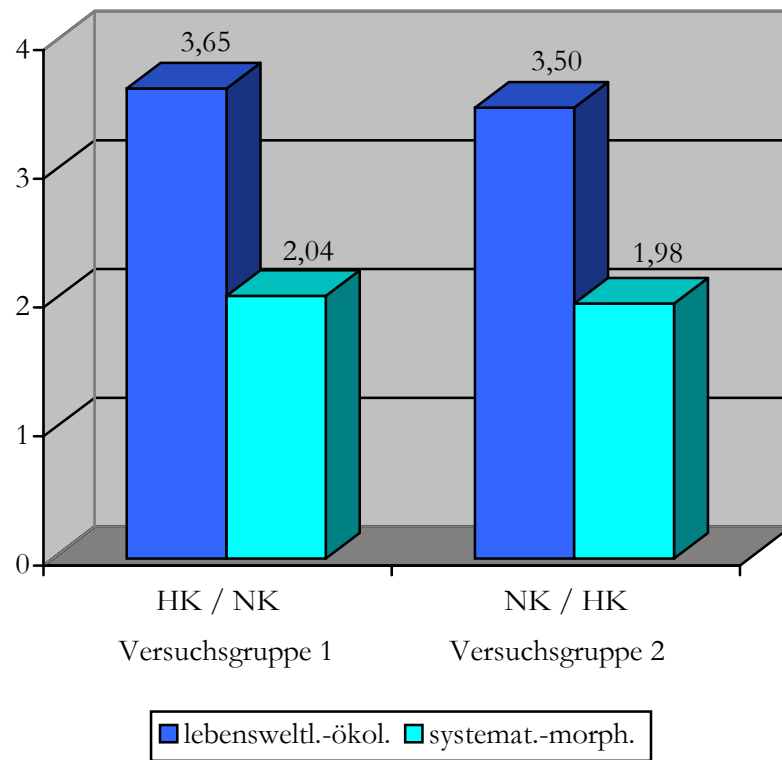


Abb. 6.17: Relativer formenkundlicher Lernzuwachs zwischen Vortest und frühem Nachtest (kurzfristig) in lebensweltlich-ökologischem und systematisch-morphologischem Kontext bei Verwendung als Haupt- oder Nebenkontext ($N_1=27$, $N_2=28$; Unterschiede: zwischen den Kontexten *, innerhalb der Kontexte n.s.)

Tab. 6.17: Zusammenstellung der Mittelwerte der kurzfristigen relativen Lernzuwächse in lebensweltlich-ökologischem und systematisch-morphologischem Kontext bei Verwendung als Haupt- oder Nebenkontext:

Kontext	Verwendung	Mittelwert	N	p
lebensweltlich-ökologisch	Hauptkontext	3,65	27	n.s.
	Nebenkontext	3,50	28	
systematisch-morphologisch	Hauptkontext	1,98	28	n.s.
	Nebenkontext	2,04	27	

b) längerfristige Veränderungen:

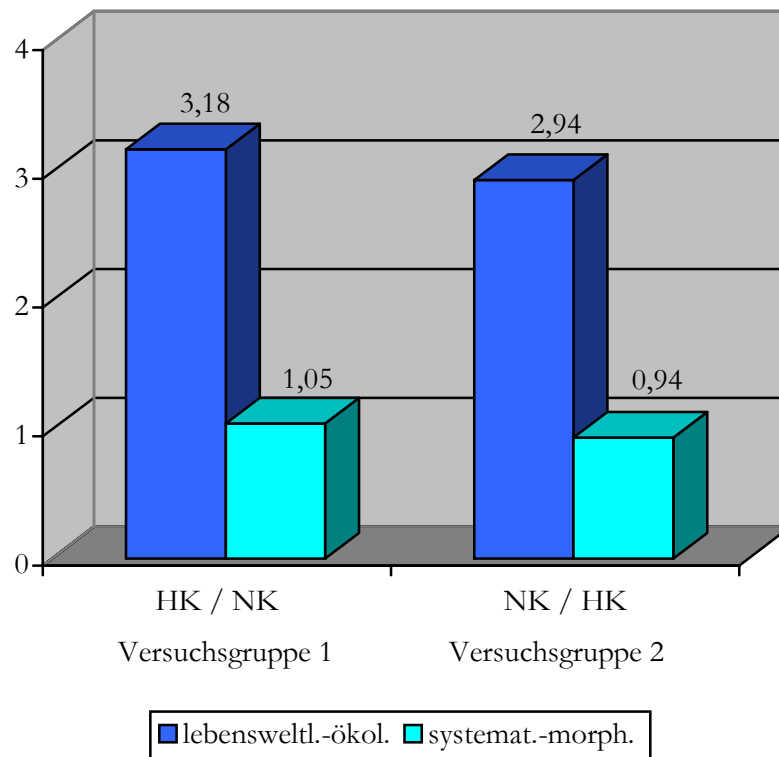


Abb. 6.18: Relativer formenkundlicher Lernzuwachs zwischen Vortest und spätem Nachtest (längerfristig) in lebensweltlich-ökologischem und systematisch-morphologischem Kontext bei Verwendung als Haupt- oder Nebenkontext ($N_1=27$, $N_2=28$; Unterschiede: zwischen den Kontexten ***, innerhalb der Kontexte n.s.)

Tab. 6.18: Zusammenstellung der Mittelwerte der längerfristigen relativen Lernzuwächse in lebensweltlich-ökologischem und systematisch-morphologischem Kontext bei Verwendung als Haupt- oder Nebenkontext:

Kontext	Verwendung	Mittelwert	N	p
lebensweltlich-ökologisch	Hauptkontext	3,18	27	n.s.
	Nebenkontext	2,94	28	
systematisch-morphologisch	Hauptkontext	1,05	28	n.s.
	Nebenkontext	0,94	27	

Auswertung:

1. Die Verwendung eines Kontextes als Haupt- oder Nebenkontext hatte auch auf die relativen Lernzuwächse keinen signifikanten Einfluss.
2. Tendenziell verlor auch hier der lebensweltlich-ökologische Kontext jedoch etwas an Effizienz, wenn er nur als Nebenkontext angewandt wurde, während der systematisch-morphologische Kontext in diesem Fall sogar besser abschnitt.
3. Ebenso galt auch für die relativen Veränderungen: Der Rückgang des vermittelten formenkundlichen Wissens unter lebensweltlich-ökologischem Kontext war höher als die Zunahme unter systematisch-morphologischem Kontext. Beide Effekte verstärkten sich zudem längerfristig.
4. Die relativen Lernzuwächse zeigen auch wiederum den deutlichen Vorsprung des lebensweltlich-ökologischen Kontextes: kurzfristig stieg das arten- und formenkundliche Wissen unter ihm um den über dreieinhalbfachen Ausgangswert, unter systematisch-morphologischem Kontext nur um das Zweifache (Unterschied signifikant, $p \leq 0.05$) .
5. Längerfristig waren die Unterschiede noch markanter: Der Lernzuwachs betrug unter lebensweltlich-ökologischem Kontext noch mehr als das Dreifache des Vortests, unter systematisch-morphologischem Kontext wurde als Hauptkontext nicht einmal die Steigerung um den Ausgangswert erreicht (Unterschied höchst signifikant, $p \leq 0.001$).

6.4.3 Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse, Teil 3

Wurde ein Kontext - neben der hauptsächlichen Anwendung eines anderen - nur als Nebenkontext eingesetzt, so zeigte keiner der beiden Kontexte eine signifikant unterschiedliche Effizienz beim Erwerb von Arten- und Formenkenntnis im Vergleich zu seiner eigenen Anwendung als Hauptkontext. Dennoch ist tendenziell festzuhalten, dass der souveräne lebensweltlich-ökologische Kontext an Effizienz verlor, wenn er neben einer hauptsächlich systematisch-morphologischen Einbettung der formenkundlichen Inhalte nur als Nebenkontext auftrat. Ein Effekt, der sich beim systematisch-morphologischen Kontext umkehrte: dieser konnte bei einer hauptsächlich lebensweltlich-ökologischen Einbettung der formenkundlichen Inhalte als Nebenkontext an Effizienz gewinnen. Beide Tendenzen verstärkten sich jeweils bei den längerfristigen Behaltenseffekten.

Auch wenn diese Veränderungen – dies sei nochmals betont – nicht signifikant waren, möchte man aufgrund der Beobachtungen einem lebensweltlichen oder ökologisch-umweltlichen Kontext einen gewissen „Zugpferd – Charakter“ zusprechen. Umgekehrt bei einem systematisch-morphologischen Kontext formenkundlicher Inhalte.

Stellt man die gewählten Kontexte in ihrer prinzipiellen Effizienz gegenüber, wie dies die Intention im ersten Teil der Hauptuntersuchung war, so bestätigen sich zusätzlich die dortigen Ergebnisse:

In Teil 3 der Hauptuntersuchung waren die Kontexte „lebensweltlich“ und „ökologisch-umweltlich“ aus dem ersten Teil der Hauptuntersuchung zu einem gemeinsamen Kontext „lebensweltlich-ökologisch“ zusammengefasst und so dem „systematisch-morphologischen“ Kontext gegenübergestellt worden.

Die beiden ersten Kontexte konnten durch ihre Zusammenlegung nochmals an Effizienz für den Erwerb von Arten- und Formenkenntnissen gewinnen:

Die Ergebnisse aus der Versuchsgruppe mit lebensweltlich-ökologischem Kontext lagen kurzfristig wie längerfristig höchst signifikant (!) über denen aus der Gruppe mit systematisch-morphologischem Kontext, woraus sich zudem höchst signifikant bessere Lerngewinne und Behaltenseffekte ableiten ließen. Dies bestätigten auch die relativen Lernzuwächse.

6.5 Kurzfassung der Ergebnisse

1. Das Interesse 11- bis 14-jähriger Schüler am Kennenlernen pflanzlicher und tierischer Formen war im Schnitt in einem lebensweltlichen oder ökologisch-umweltlichen Kontext groß, in einem systematisch-morphologischen Kontext eher gering. Bezogen auf die Geschlechter zeigten sich in der Interessenverteilung kaum nennenswerte Unterschiede.
2. Sowohl Jungen als auch Mädchen erzielten durch formenkundlichen Unterricht in einem lebensweltlichen oder ökologisch-umweltlichen Kontext die höchsten, in einem systematisch-morphologischen Kontext die geringsten Lerngewinne (kurzfristig) und Behaltenseffekte (längerfristig).
3. Mädchen zeigten bezüglich pflanzlicher und tierischer Formen unter lebensweltlichem Kontext höheres Interesse und bessere Behaltenseffekte als Jungen.
4. Kontextabhängiger formenkundlicher Unterricht im Freiland erzielte höhere Lerngewinne und Behaltenseffekte als im Klassenzimmer.
5. Formenkundlicher Unterricht in einem lebensweltlich-ökologischen und systematisch-morphologischen Kontext hatte keinen Einfluss auf die Lerngewinne in einem der beiden Kontexte.

7 DISKUSSION

7.1 Repräsentativität der Stichprobe

Als Population für die vorliegende Studie sollen alle Schüler der Unterstufe an (bayerischen) Gymnasien gelten. Aus dieser Grundgesamtheit wurde eine anfallende Personenstichprobe gezogen, bei der alle Probanden alle Items zu bearbeiten hatten. Nach Zöfel (1992) ist „die Repräsentativität einer Stichprobe für die zugehörige Grundgesamtheit nur bei einer Zufallswahl gewährleistet“ (S. 13). Von den in der beurteilenden Statistik üblichen Verfahren (siehe auch Mayntz et al., 1971; Bartenwerfer & Raatz, 1979) kommt dabei die mehrstufige Zufallswahl mit Klumpenauswahl zum Einsatz. Danach wird die Population in verschiedene Schichten aufgeteilt und aus diesen die Testteilnehmer nach dem Zufallsprinzip ausgewählt: aus allen Gymnasien Bayerns die Gymnasien in Trostberg und Traunreut, aus den ausgewählten Gymnasien einige Klassen, aus den ausgewählten Klassen alle Schüler. Die zufällige Selektion einzelner Schüler in Schicht 3 kann auch unterbleiben. In diesem Fall der Klumpenauswahl (Bartenwerfer & Raatz, 1979) werden alle Personen dieser Schicht untersucht (vgl. z.B. Wisniewsky, 1994, S. 118; Bauhardt, 1990, S. 68). Entsprechend zufällig war natürlich die Zuordnung der Klassen zu den Versuchsgruppen.

Zufällig meint hier, dass die für die Auswahl entscheidenden Kriterien nicht in Zusammenhang mit den Ergebnissen standen. Natürlich wurde das Gymnasium Trostberg gewählt, weil der Autor dort als Lehrkraft tätig ist. Ebenso wurde das Gymnasium Traunreut als Nachbarschule mit in die Untersuchung aufgenommen. Nicht entscheidend aber waren Kriterien wie Leistungsstand oder Interesse bei der Auswahl.

Zum Zweck einer realitätsgetreuen Abbildung der Unterrichtssituation und aus organisatorischen Gründen wurde der Klassenverband während der Untersuchung beibehalten. Die Zusammensetzung der Versuchsgruppen wurde aber hinsichtlich verschiedener Aspekte untersucht und miteinander verglichen. Faktoren wie formenkundliches Vorwissen, Anteil von Jungen und Mädchen, Interesse am Fach Biologie, Einschätzung des Schwierigkeitsgrades des Faches Biologie, Interesse an Arten und Formen und ökologische Handlungsbereitschaft ergaben keine signifikanten Unterschiede (vgl. Anhang).

Die Ergebnisse der Untersuchung dürften meiner Meinung nach für alle Unterstufen- bzw. Mittelstufenschüler des Gymnasiums repräsentativ sein.

7.2 Diskussion der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Untersuchung bestätigten die Vermutung, dass das Interesse am Kennenlernen pflanzlicher und tierischer Formen in einem lebensweltlichen oder ökologisch-umweltlichen Kontext am größten, in einem systematisch-morphologischen Kontext am geringsten ist.

Diese Befunde decken sich mit den Erfahrungen der zum kontextabhängigen Lernen in den Naturwissenschaften vorliegenden Untersuchungen. Erhebungen benachbarter Disziplinen (Hoffmann & Lehrke, 1986; Todt & Händel, 1988; Hoffmann, 1989; Gräber, 1992; Duit, 1995; Häußler & Hoffmann, 1995) zeigen, dass bestimmte Lerninhalte, für die sich die Schüler wenig interessieren, überraschenderweise auf das Interesse der Schüler stoßen, wenn diese in Kontexten behandelt werden, die Schülern bedeutsam erscheinen. So nahm das Sachinteresse z.B. an Physik deutlich zu, wenn Lerninhalte mit Alltagserfahrungen, bestaunenswerten „Aha-Erlebnissen“ oder Anwendungen in der Medizin verknüpft waren.

Generell stieg das Interesse der Jugendlichen, wenn fachbezogene Gegenstände nicht um ihrer selbst willen unterrichtet wurden, sondern Möglichkeiten einer praktischen Anwendung bzw. eines lebensnahen Nutzens erkennbar waren.

Jedoch konnten Hartinger & Roßberger (2001) diese besondere Bedeutung der Kontexte für Grundschüler nicht identifizieren. In ihrer Studie zum Interesse von Mädchen und Jungen an den Themen „Strom“ und „Haustiere“ im Sachunterricht der Grundschule (N=105, 3./4. Jahrgangsstufe) zeigte sich, dass die Interessensausprägung stets von allen drei Faktoren – Gebiet, Kontext und Tätigkeit – signifikant beeinflusst wurde. Beim Thema Strom hatte das Gebiet den stärksten Effekt, beim Thema Haustiere die Tätigkeit! Die Autoren erklären die Befunde mit der Annahme, „dass Kinder im Grundschulalter ihre Umwelt stark unter dem Aspekt eigener Tätigkeiten und Handlungen und weniger unter der vergleichsweise abstrakten Perspektive von Themen, Inhalten und Kontexten strukturieren“ (S. 15).

Jugendliche sind auch in der Unterstufe am Kennenlernen von Pflanzen und Tieren vergleichsweise noch interessiert. In der Phase der universellen Interessen (Todt, 1985) sind die Interessen von Kindern noch nicht endgültig besetzt und daher für die Phänomene der Natur noch leichter zugänglich (Todt, 1985 u. 1990; Berck & Klee, 1992). Dennoch zeigte sich in der vorliegenden Studie die kontextabhängige Interessensaufspaltung für die Jahrgänge 5, 6 und 7 ohne signifikante Unterschiede.

In der Zusammenschau der einzelnen Befunde dürfte davon ausgegangen werden können, dass eine Einbettung von Lerninhalten in geeignete Kontexte mit zunehmendem Alter der Schüler generell wichtiger wird. Für formenkundliche Inhalte scheint diese Forderung schon in untersten

Jahrgangsstufen von Bedeutung. Wichtig auch zu betonen, dass gerade der systematisch-morphologische Kontext, unter dem formenkundlicher Unterricht – namentlich am Gymnasium – in der Regel stattfindet, am schlechtesten abschneidet.

Sowohl Jungen als auch Mädchen erzielten durch formenkundlichen Unterricht in einem lebensweltlichen oder ökologisch-umweltlichen Kontext auch die höchsten, in einem systematisch-morphologischen Kontext die geringsten Lerngewinne (kurzfristig) und Behaltenseffekte (längerfristig).

Dieses Ergebnis zeigt, dass nicht nur das Interesse an Lerninhalten, sondern auch der Erwerb von Wissen über diese Lerninhalte, im vorliegenden Fall der Erwerb von Arten- und Formenkenntnissen, kontextabhängig zu sein scheint. Zudem zeigt sich, dass Kontexte, die das Interesse positiv beeinflussen, offenbar auch den Wissenserwerb fördern und umgekehrt. Hierzu lässt sich nur schwer Vergleichbares in der Literatur finden. Häußler & Hoffmann (1995) berichten, dass sich bei konsequenter Einbettung in Alltags- und Lebenssituationen – allerdings nur längerfristig – eine hochsignifikante Überlegenheit gegenüber Kontrollklassen für physikalische Lerninhalte der 7. Jahrgangsstufe zeigte. Für biologische Sachverhalte im Allgemeinen oder gar für formenkundliches Wissen im Speziellen sind mir keine vergleichbaren Untersuchungen bekannt.

Ein weiterer wesentlicher Befund zeigt sich im Vergleich der Ergebnisse aus Teil 1 und Teil 3 der Hauptuntersuchung, wenn auch aufgrund der Zusammenlegung von lebensweltlichem und ökologischem Kontext, einer anderen Artenauswahl und weiterer unterschiedlicher Rahmenbedingungen (s. dort) diese Gesamtschau nur bedingt zulässig ist: die Unterschiede hinsichtlich ihrer Effizienz beim Erwerb von Arten- und Formenkenntnissen zwischen den genannten Kontexten waren in der 8. Jahrgangsstufe größer als in den 6. Klassen.

Dies könnte selbst bei vorsichtiger Interpretation bedeuten, dass das Einbetten formenkundlicher Inhalte in Kontexte, die von den Schülern als interessant und relevant empfunden werden, beim Übergang von der Unter- in die Mittelstufe noch wichtiger wird. Dies mag in der oben bereits angesprochenen Tatsache begründet sein, dass Jugendliche in der Unterstufe am Kennenlernen von Pflanzen und Tieren um ihrer selbst willen vergleichsweise noch interessiert sind (vgl. auch Kap. 3.1 u. 5.3.2). Beim Übergang Unter-/Mittelstufe werden aber nun nach der erwähnten Phase der universellen Interessen (Todt, 1985) die Interessensfelder durch anderweitige Erfahrungen besetzt, sodass ältere Jugendliche für die Phänomene der Natur schwieriger zu interessieren sind (Todt, 1985 u. 1990; Berck & Klee, 1992). Dies würde sich in der Fortführung auch mit den oben diskutierten Überlegungen von Hartinger & Roßberger (2001) decken. Umso erfreulicher, dass dies durch die Wahl geeigneter Kontexte offensichtlich kompensiert werden

kann. Dennoch sei nochmals darauf hingewiesen, dass die kontextabhängige Interessensausprägung in der vorliegenden Studie für die Jahrgänge 5, 6 und 7 ohne signifikante Unterschiede ermittelt wurde.

Die Frage, ob es für die Effizienz eines Kontextes einen Unterschied bedeutet, wenn dieser im einen Fall als überwiegender Kontext („Hauptkontext“) der formenkundlichen Inhalte angewandt wird oder im anderen Fall neben der hauptsächlichen Verwendung eines anderen Kontextes nur als „Nebenkontext“ bei z.B. einem Drittel der formenkundlichen Inhalte auftritt, muss für die vorliegende Studie verneint werden (s. Hauptuntersuchung, Teil 3). Die Möglichkeit, dass bei einer hauptsächlichen Einbettung in einen effizienten (z.B. lebensweltlich-ökologischen) Kontext eine Art „Zugpferd-Effekt“ für einen minder attraktiven Kontext (z.B. systematisch-morphologisch) entsteht, zeigte sich nur als langfristig stärker werdende Tendenz, jedoch ohne Signifikanz. Dasselbe gilt für den umgekehrten Fall. Jedoch konnte durch die Kombination von lebensweltlichem und ökologisch-umweltlichem Kontext eine Steigerung der Effizienz erreicht werden.

Ich möchte an dieser Stelle auch noch einige Zeilen dem korrekten Verständnis des Begriffes „Kontext“ für diese Untersuchung widmen. Aufgrund der Erfahrungen, die ich in Gesprächen zu dieser Studie gemacht habe, ist es mir wichtig, Folgendes zu betonen:

Die unterrichtlichen Inhalte im einen oder anderen Kontext waren keine speziellen „Schmankerl“ des jeweiligen Kontextes. Grundlage waren immer für sich stehende, allgemeinbiologisch relevante formenkundliche Aspekte, die nur in einem unterschiedlichen Rahmen präsentiert wurden. Die Auswahl identischer bzw. äquivalenter Formen und Inhalte unterstreichen dies ebenso, wie die stets unabhängig vom jeweiligen Kontext geforderte Kenntnis der Art/Form, Einordnung in höhere Taxa und Kenntnis weiterer Vertreter dieser Großgruppe.

Unterschiedliche Interessensausprägung zwischen Mädchen und Jungen ist ein in der Biologie wie in anderen Naturwissenschaften bekanntes Phänomen und Problem.

Hoffmann & Lehrke (1986) und Häußler & Hoffmann (1995) untersuchten an Schülern der Jahrgangsstufen 5 bis 10 ($N \approx 600$ pro Jahrgangsstufe) das Interesse an einem physikalischen Gebiet sowie an einem Kontext und einer Tätigkeit mit Bezug zur Physik. Übereinstimmend konnten sie den Nachweis erbringen, dass den Kontexten die mit Abstand größte Bedeutung für die Ausprägung des Schülerinteresses an Physik zukommt, wobei zwischen Jungen und Mädchen deutliche Interessenunterschiede festzustellen sind. Todt & Händel (1988) explorierten die Kontextabhängigkeit von Physikinteressen bei Schülern der Jahrgangsstufen 7 bis 10 ($N \approx 1100$) und stellten fest, dass die Einbindung von Themen des Physikunterrichts in unterschiedliche Konnotationen bei Jungen keinen Einfluss auf ihr Interesse an Physik hat, wohl aber bei

Mädchen. Die Untersuchung ergab, dass Mädchen an Schulbuchphysik und an physikalischen Experimenten relativ wenig interessiert sind, stark hingegen an Gegenständen der Physik im Kontext von Medizin und Anwendungen im Haushalt.

Diese Befunde sind auf die Biologie, insbesondere auf die vorliegende Studie scheinbar nur bedingt übertragbar: Zwar gibt es auch bei der Arten- und Formenkenntnis häufig geschlechtsspezifische Unterschiede (alle diesbezüglichen Untersuchungen belegen, dass Mädchen im Schnitt Pflanzen besser kennen als Jungen (Nussinger & Stix, 1983; Hesse, 1984; Scherf, 1986; Löwe, 1992 b)), doch traten schon bei der Vergleichbarkeitsprüfung dieser Untersuchung bezüglich des formenkundlichen Vorwissens in nur einer Versuchsgruppe signifikante Unterschiede zwischen den Geschlechtern auf. Aber auch die Ergebnisse aus Vor- und Hauptuntersuchung zeigten nur selten geschlechtsspezifische Unterschiede, die signifikant waren. Die Voruntersuchung ergab bezüglich der Interessenspräferenzen für beide Geschlechter eine nahezu identische Abstufung der Kontexte (s.o.). Lediglich in dem für Jungen und Mädchen attraktivsten Kontext (lebensweltlich) lag das Interesse der Mädchen signifikant über dem der Jungen.

Bei den Ergebnissen der Hauptuntersuchung zeigten Mädchen nur tendenziell unter allen Kontexten etwas größere Lerngewinne als Jungen. Die prinzipielle Staffelung der Kontexte bzgl. ihrer Effizienz für den Erwerb arten- und formenkundlicher Inhalte ergab sich ansonsten bei beiden Geschlechtern in gleicher Weise.

Längerfristig vergrößerte sich der Vorsprung der Mädchen meist. Unter lebensweltlichem Kontext erzielten sie damit signifikant bessere Behaltenseffekte als die Jungen (unter dem Kontext also, unter dem sie bereits signifikant höheres Interesse bekundet hatten). Unter den übrigen Kontexten erreichten die Unterschiede jedoch kein signifikantes Niveau.

Mädchen zeigten also zusammenfassend bezüglich pflanzlicher und tierischer Formen unter lebensweltlichem Kontext höheres Interesse und bessere Behaltenseffekte als Jungen.

Auch in der oben bereits erwähnten Untersuchung von Hartinger & Roßberger (2001) zum Interesse von Mädchen und Jungen an den Themen „Strom“ und „Haustiere“ im Sachunterricht der Grundschule (N=105, 3./4. Jahrgangsstufe) erzeugten unterschiedliche Kontexte kein signifikant unterschiedliches Interesse bei Jungen und Mädchen. Dennoch spielte der Alltagsbezug für Mädchen tendenziell eine größere Rolle als für Jungen. So war der persönliche Bezug zum Haustier bei den Mädchen der wichtigste Kontext, bei den Jungen dagegen der unwichtigste.

Fazit: Die Einbettung formenkundlicher Lerninhalte in relevante Kontexte hatte – im Gegensatz zum Fach Physik – kaum nennenswerte Unterschiede in den Lerngewinnen zwischen Jungen und Mädchen zur Folge.

Dass formenkundlicher Unterricht im Freiland anscheinend effektiver ist als im Klassenzimmer zeigen eine Reihe von Untersuchungen auch in jüngerer Zeit. Auch in der vorliegenden Untersuchung erzielte kontextbezogener formenkundlicher Unterricht im Freiland höhere Lerngewinne und Behaltenseffekte als im Klassenzimmer.

Eine Zusammenstellung wichtiger Arbeiten findet sich u.a. bei Berck & Klee (1992, S. 170 f) und Bolscho (1987, S. 58 - 71). Untersucht wurden zum einen motivationale Gesichtspunkte und Interessenveränderungen (z.B. Howie, 1974; Löwe, 1980, 1983 u. 1992 a; Starosta, 1991; Starosta & Wein, 1993), zum anderen auch die Wirkung auf Einstellungen und Verhaltensweisen der Schüler zu Natur und Umwelt (Bauhardt, 1990; Berck & Klee, 1992; Falk, 1983). Kernpunkt der meisten Studien freilich waren kognitive Lernergebnisse und Wissensveränderung:

Klassenunterricht mit Unterrichtsgang ergab bei Schülern der 4. Jahrgangsstufe einen deutlich höheren Lernzuwachs als ohne (Scherf, 1986). Howie kam 1974 bei einer Untersuchung in den USA mit Schülern der 5. Jahrgangsstufe zum Ergebnis, dass am effektivsten Klassenunterricht sei, dem Freilandunterricht folge. Zu ähnlichen Ergebnissen kommen Pizzini & Gross (1978). Aus diesen Befunden heraus wurde die Einführungsstunde auch in der Versuchsgruppe „Freiland“ im Klassenzimmer durchgeführt und erst das eigentliche Treatment erfolgte im Freiland. Der Zuwachs an biologischen Kenntnissen durch Arbeiten im Freiland belief sich zum Teil auf fast das Doppelte verglichen mit dem Erwerb der gleichen Lerninhalte im Klassenzimmer (Starosta, 1991). Wenn auch eine Reihe von Studien differenziertere und zum Teil gegenteilige Befunde zeigen (Brockhaus, 1960; Hendee, 1968; Rexer & Birkel, 1986 oder Rymann, 1974), scheint sich dennoch zu zeigen, dass Freilandarbeit vor allem für jüngere und leistungsschwächere Schüler positivere Ergebnisse bringt (Rexer & Birkel, 1986; Starosta, 1991).

Dass sich aber kontextabhängiger Erwerb von Arten- und Formenkenntnissen selbst unter dem effizientesten Kontext (lebensweltlich) noch durch das Arbeiten im Freiland steigern ließ, ist für formenkundlichen Unterricht von besonderer Relevanz.

Eine zudem interessante Beobachtung war, dass die gemessenen Unterschiede im späten Nachtest noch signifikanter waren als im frühen Nachtest. Freilandarbeit wirkt sich anscheinend besonders auf die längerfristigen Behaltenseffekte positiv aus!

Die Befunde zeigen: Vom Lernort „Freiland“ gehen die stärkeren motivationalen Impulse aus! (Zumal Störvariablen wie ein gewisser Neuigkeitseffekt bewusst vermieden wurden, vgl. 5.4.2)

7.3 Folgerungen:

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass die Einbettung formenkundlicher Inhalte in schülerorientierte Kontexte entscheidenden Einfluss darauf hat, wie stark sich Schüler für diese Lerninhalte interessieren und wie effizient formenkundlicher Unterricht ist.

Den Befunden dieser Studie zufolge sollten pflanzliche und tierische Formen im Unterricht primär nach Möglichkeit in einem lebensweltlichen oder ökologisch-umweltlichen Kontext behandelt werden, um Bezüge zur Lebenswelt der Schüler herzustellen und ihr Interesse an einheimischen Pflanzen und Tieren zu wecken (vgl. Hartinger & Roßberger, 2001).

Besonders Erfolg versprechend scheint es zu sein, wenn Aspekte wie Umwelt, Gesundheit, Gefahren oder Nutzen in den Vordergrund gestellt werden. Unterricht zu derartigen Themenkomplexen ist jedoch nicht möglich ohne einen gewissen Fundus an Faktenwissen. So lassen sich vom Schüler durch interessant empfundene Kontexte Bezüge herstellen, die ihn zum Erwerb dieses Faktenwissens motivieren.

Die Bezüge in lebensweltlichem oder ökologisch-umweltlichem Kontext sind Schülern meist vertrauter als die unter systematisch-morphologischem Kontext und eignen sich daher eher für einen motivierenden formenkundlichen Unterricht. Es ist aber davon auszugehen, dass Schüler auch für systematisch-morphologische Aspekte einer Form aufgeschlossen sind, wenn ihnen die Form in einem lebensweltlichen oder ökologisch-umweltlichen Kontext bedeutsam erscheint. „Wer Interesse an der Kenntnis von Arten vermitteln will, muss dazu vermutlich Methoden einsetzen, die zunächst einen einfachen und mühelosen Zugang erlauben“ (Berck & Klee, 1992, S. 155).

Zusätzlich steigern lässt sich kontextbezogener formenkundlicher Unterricht durch Unterrichtsgänge ins Freiland. Die originale Begegnung mit Arten und Formen innerhalb des Ökosystems war in der vorliegenden Studie ein klar motivierender Faktor. Auch durch Hereinholen von Präparaten oder originalen Objekten ins Klassenzimmer war der Unterrichtsgang ins Freiland nicht zu ersetzen.

Ungeklärt bleibt vorerst die Frage, welchen Einfluss der Faktor „Eigentätiges Handeln“ auf den Erwerb von Formenkenntnissen ausübt. Hartinger & Roßberger (2001) stellten in ihrer Studie für das Thema „Haustiere“ ein höheres Interesse an rezeptiven Tätigkeiten fest (hauptsächlich bei Mädchen), während z.B. Hoffmann und Lehrke (1986) bei physikalischen Themen höheres Interesse für praktisch-konstruktive Tätigkeiten fanden.

Eigene Erfahrungen legen die Vermutung nahe, dass scheinbar mangelndes Interesse an einer praktischen Betätigung oft nur Ausdruck von Unsicherheit gegenüber dieser leider immer noch viel zu seltenen Lernform darstellt. So wichtig es gerade für ein Fach wie die Biologie wäre, Freude am Entdecken als eines der obersten affektiven Lernziele zu sehen, so bedauerlich ist es zu verfolgen, wie z.B. durch stetig steigende Klassenstärken in der Unterstufe des Gymnasiums diese Zielsetzung kaum zu verwirklichen ist.

Von besonderer Effizienz dürfte meiner Einschätzung nach ein angemessener Wechsel der Lehr- und Sozialform sein, also ein Wechsel von darbietender Instruktion mit eigenaktivem Lernen, wie es auch in der Unterrichtseinheit der vorliegenden Studie verwirklicht wurde: die Schüler fanden z.B. an den Lernstationen einerseits vorbereitete Informationstafeln vor, die ihnen aber andererseits das selbständige Bearbeiten der Arbeitsblätter ermöglichten.

7.4 Vorschlag für ein didaktisches Konzept:

Auf der Grundlage der Ergebnisse dieser und vergleichbarer Studien, der abgeleiteten Folgerungen und der bei der Durchführung gemachten Erfahrungen erlaubt sich der Verfasser ein didaktisches Konzept für einen möglichst interessanten und effizienten formenkundlichen Unterricht vorzuschlagen.

Formenkundliche Inhalte sollten primär in einen lebensweltlichen oder ökologisch-umweltlichen Kontext eingebunden werden. Für das Kennenlernen ausgewählter Arten / Formen sollten daher Merkmale oder Eigenschaften herangezogen werden, die einen Bezug zur Lebenswirklichkeit der Schüler oder eine ökologische Bedeutung haben. Morphologische Merkmale, die dazu keinen Beitrag leisten, sollten nur in dem Maß berücksichtigt werden, wie sie für ein sicheres Erkennen der Art / Form im Freiland unbedingt notwendig sind.

Konkret verweise ich auf die Beispiele dieser Untersuchung im Anhang. An ihnen lassen sich geeignete Kontextmuster ableiten und für andere Situationen verallgemeinern.

Beispiele für Kontexte aus lebensweltlicher Perspektive:

- Nutzen für den Menschen (Anwendung in Medizin, Technik, Handwerk, Kosmetik, Mode, Industrie, Naturheilkunde, Landwirtschaft etc.)
- historische Bezüge (z.B. bei der Namensgebung)
- Bezüge zu Religion, Brauchtum, Mystik, Literatur, Film, Musik,
- Berührungspunkte zu Freizeitgestaltung, Konsumverhalten oder Umweltbewusstsein

Beispiele für Kontexte aus ökologisch-umweltlicher Perspektive:

- Glied in einer Nahrungskette
 - Räuber/Beute - Beziehungen
 - ökologische Einnischung
 - Anpasstheit in Habitus, Verhalten, Inhaltsstoffen, Fähigkeiten etc. an abiotische oder biotische Standortbedingungen
 - Zuordnung zu Trophieebenen, Funktion im Stoffkreislauf
 - Symbiosen, Parasitismus, Konkurrenz, Stellenäquivalenz, Populationsdichten
 - Tarnung, Warnung, Verteidigungs- und Angriffsstrategien
 - Paarung, Nestbau, Jungenaufzucht, Brutfürsorge und -pflege,
- um nur einige Möglichkeiten aufzuzählen.

Die Umsetzung formenkundlicher Lernziele ausschließlich unter systematisch-morphologischer Perspektive sollte möglichst vermieden werden, zumindest aber nicht im Vordergrund stehen.

Bezüglich der „systematischen“ Einordnung scheint mir in der Unterstufe die Einordnung in max. drei Großgruppen, wie sie in der vorliegenden unterrichtlichen Behandlung verlangt war, zunächst für ausreichend.

So z.B. für den Marienkäfer: Insekt – Gliedertier – (Tier)

oder für die Pestwurz: Krautige Pflanze – Samenpflanze – (Pflanze).

Das Kennenlernen der Familienzugehörigkeit führt - mit einigen Ausnahmen - meiner Meinung nach für die häufigsten Pflanzen und Tiere unserer einheimischen Lebensräume zu einer belastenden und damit eher demotivierenden stofflichen Überfrachtung formenkundlichen Unterrichts.

Die von den Schülern identifizierten Tiere oder Pflanzen sollten ausschließlich mit deutschen Artnamen angesprochen werden. Häufig wird es genügen bzw. sogar sinnvoller sein, eine Form mit einem übergeordneten Taxon zu bezeichnen (Fledermaus, Libelle,...), zumal dann, wenn der Name des untergeordneten Taxons nicht geläufig ist oder in einer deutschen Fassung gar nicht existiert, wie z.B. bei vielen Insekten.

Durchaus von Bedeutung scheint mir die nicht zwingend weiter vertiefte Kenntnis noch anderer Vertreter einer Großgruppe in einem Ökosystem, um dem Schüler die oft abstrakten Bezeichnungen durch konkrete Lebewesen - auch in ihrer Bandbreite - vertraut zu machen.

Das in dieser Studie erprobte Verfahren des Erwerbs von Arten- und Formenkenntnissen auf drei Ebenen hat sich als recht effektiv erwiesen. Es umfasst:

- Kenntnis des Artnamens (eigentliche Artenkenntnis) oder des Namens eines höheren Taxons
- Aneignung von kontextbezogenem Hintergrundwissen, wie z.B. Erscheinungsbild, Lebensbedingungen, ökologische Bezüge oder lebensweltliche Bedeutung (eigentliche Formenkenntnis)
- Fähigkeit zur Einordnung in das natürliche System durch höhere Taxa und Kenntnis weiterer Vertreter dieser Großgruppe

Zur methodischem Vorgehensweise empfehle ich:

- Einführungsstunde(n) im Klassenzimmer zur Erarbeitung der naturräumlichen Merkmale des aufzusuchenden Lebensraums in der Umgebung der Schule, seiner lokalen Besonderheiten, gesellschaftlichen Bedeutung etc.
- selbständige Identifizierung kennzeichnender (auffälliger, häufig vorkommender, für den Lebensraum typischer) Pflanzen und Tiere - nach Möglichkeit im Freiland - mittels schülergemäßer Erkennungshilfen: Steckbriefe mit Abbildungen, vereinfachte dichotome Schlüssel, Pflanzen- und Tierführer
- aufgabenbezogene, vertiefende Beschäftigung mit den namentlich identifizierten Pflanzen und Tieren im Freiland mittels von der Lehrkraft vorbereiteter Arbeitsblätter, Informationstafeln und Einordnungshilfen im Stationenbetrieb

Zum Stundenablauf verweise ich an dieser Stelle auf Kapitel 5 und auf die für das Ökosystem Flussaue/Auwald für die Jahrgangsstufen 6 und 8 angefertigten Arbeitsblätter und Vorlagen unter lebensweltlichem oder ökologisch-umweltlichem Kontext im Anhang.

Freilandarbeit wird ein höheres Maß an Vorbereitung und Organisation verlangen und ist abhängig von den lokalen Bedingungen einer Schule.

Sicher wird man sich jedoch einen Gefallen tun, wenn der formenkundliche Unterricht nicht der erste oder gar einzige „Ausflug ins Grüne“ sein wird. Gelegentliche Unterrichtsgänge führen zu einer Reduktion des Neuigkeitsgrades zugunsten einer Erhöhung der Konzentrationsfähigkeit. Eine „positive Routiniertheit“ beim Lernen von Biologie im Freiland ist für den Schüler nicht minder interessant, dafür aber wesentlich effektiver und die Lehrkraft erhält zunehmend die Möglichkeit einer individuellen Zuwendung.

8 ZUSAMMENFASSUNG

1. Der Untersuchung lag die Hypothese zugrunde, dass das Interesse an pflanzlichen und tierischen Formen abhängig ist vom Kontext, innerhalb dessen sich Lernende mit Formen beschäftigen. Hauptgrund für die stark defizitäre Arten- und Formenkenntnis dürfte die Tatsache sein, dass die Beschäftigung mit pflanzlichen und tierischen Formen in einem systematisch-morphologischen Kontext – wie an allgemeinbildenden Schulen üblich – von Schülern nicht als hinreichend interessant und bedeutungshaltig empfunden wird. Die Arbeit verfolgte daher folgende Zielsetzung:

- Analyse des Interesses von Schülern am Kennenlernen pflanzlicher und tierischer Formen innerhalb formenkundlich relevanter Kontexte.
- Evaluation des kontextabhängigen Erwerbs von Arten- und Formenkenntnissen an ausgewählten pflanzlichen und tierischen Vertretern des Lebensraums Aue, d.h. Überprüfung der Kontexte bezüglich ihrer Effizienz für den Erwerb formenkundlichen Wissens.
- Überprüfung des kontextabhängigen Erwerbs von Arten- und Formenkenntnissen an unterschiedlichen Lernorten.
- Evaluation des Effekts kombinierter Kontexte auf den Erwerb formenkundlichen Wissens

2. In einem einführenden Theorieteil wird zunächst ausführlich der Stand der Forschung dargelegt zu maßgeblichen Untersuchungen zum Interesse an Pflanzen und Tieren im Allgemeinen, zum formenkundlichen Wissensstand im Besonderen und vor allem zum kontextabhängigen Lernen in den Naturwissenschaften. Zusammenfassend lassen sich folgende Feststellungen treffen:

- Für die Notwendigkeit von Arten- und Formenkenntnissen lassen sich vielseitige fachliche, pädagogische und gesellschaftliche Gründe geltend machen.
- Kinder im Alter zwischen 6 und 12 Jahren haben offensichtlich ein grundsätzliches Interesse an Pflanzen und Tieren, wobei Tiere gegenüber Pflanzen bevorzugt werden.
- Das formenkundliche Wissen sowohl von Jugendlichen als auch Erwachsenen muss als stark defizitär bezeichnet werden.

3. In der Stellungnahme zum situierten Lernen in den Naturwissenschaften wird betont, dass Wissen nicht unabhängig von einem Kontext erworben wird und dass es an die Lernumgebung gebunden ist, in der Lernende ihr Wissen aufbauen. In diesem Zusammenhang werden insbesondere komplexe, auf Anwendungssituationen ausgerichtete (authentische) sowie problemorientierte Lernumgebungen als besonders nützlich erachtet, da das so erworbene Wissen für die Lösung neuer Aufgaben flexibel genutzt werden kann und der Lernende den Wert seines Wissens unmittelbar erfährt.

4. Die Begriffe „Artenkenntnis“ und „Formenkenntnis“ werden folgendermaßen definiert:

- **Artenkenntnis:** Kenntnis des Namens einer Art und ihre Einordnung in das natürliche System.
- **Formenkenntnis:** Kenntnisse der Namen einzelner Arten oder höherer Taxa sowie Kenntnisse ihres Erscheinungsbildes, ihrer Lebensäußerungen, ökologischen Bezüge und kulturellen Bedeutung.

5. Zur pädagogisch-didaktischen Begründung speziell von Arten- und Formenkenntnissen finden sich in der einschlägigen Literatur mehrheitlich die folgenden, hier stark gekürzten Argumente:

Arten- und Formenkenntnisse

- kommen dem Bedürfnis von Kindern und Jugendlichen entgegen, sich in ihrer Umwelt zu orientieren: pädagogischer Aspekt
- vermitteln Vorstellungen von der biologischen Vielfalt: evolutionsbiologischer Aspekt
- schaffen einen Zugang zu Phänomenen der Allgemeinen Biologie: allgemeinbiologischer Aspekt
- erschließen die Vielfalt der belebten Natur, sodass diese Teil der Lebenswelt der Menschen wird: lebensweltlicher Aspekt
- fördern den Aufbau einer emotionalen Beziehung zur belebten Natur sowie die Anbahnung einer schützenden Einstellung: pädagogisch-umwelterzieherischer Aspekt
- gewähren Einblick in wechselseitige Abhängigkeiten von Pflanzen und Tieren in Ökosystemen: ökologischer Aspekt

6. Der Lebensraum „Aue“ wird zunächst allgemein charakterisiert. Speziell werden dann die ökologischen Kennzeichen der Alzaue im Raum Trostberg in Oberbayern dargelegt. Ausführungen zur Flussmorphologie, zu Klima und landwirtschaftlicher Nutzung, zu Vegetation und Fauna, zu ökologischer Bewertung und Gefährdung geben einen Einblick in diesen Abschnitt der Auenlandschaft.

7. Die empirische Untersuchung wurde als Feldexperiment durchgeführt. Sie umfasste eine Voruntersuchung und eine dreiteilige Hauptuntersuchung im Vortest-Nachtest-Design. Die Schüler verblieben während der Untersuchung in ihrem gewohnten Klassenverband. Der Versuchsplan war jeweils univariat. Der unterrichtlichen Behandlung aller Versuchsgruppen lagen die gleichen bzw. vergleichbare Unterrichtsinhalte zugrunde.

8. Die Überprüfung der interessebeeinflussenden Kontexte wurde im Rahmen einer Voruntersuchung im April 1999 mit je vier Klassen einer 5., 6. und 7. Jahrgangsstufe des Gymnasiums (N=319) durchgeführt. Untersucht wurde das Interesse an pflanzlichen und tierischen Formen am Beispiel der Lebensgemeinschaft Auwald unter lebensweltlichem, ökologisch-umweltlichem und systematisch-morphologischem Kontext. Als Instrument zur Erhebung und Analyse der von den Schülern präferierten formenkundlichen Kontexte diente ein Fragebogen mit überwiegend geschlossener Fragestellung. Die Schüler hatten die Items auf einer vierstufigen Ratingskala – graduell zustimmend oder ablehnend – zu beantworten.

9. Der erste Teil der Hauptuntersuchung hatte den Einfluss der überprüften Kontexte auf den Erwerb formenkundlichen Wissens zum Gegenstand. Er wurde in den Monaten Juni und Juli 1999 mit 161 Schülern der 6. Jahrgangsstufe des Gymnasiums durchgeführt. Hierbei wurde je eine Versuchsgruppe unter lebensweltlichem, unter ökologisch-umweltlichem und unter systematisch-morphologischem Kontext unterrichtet.

10. Der zweite Teil der Hauptuntersuchung, der den Einfluss der unabhängigen Variablen „Lernort“ auf den kontextabhängigen Erwerb von Arten- und Formenkenntnissen im Klassenzimmer mit dem im Freiland verglich, erfolgte in den Monaten Mai und Juni 2000. 110 Schüler der 6. Jahrgangsstufe wurden in zwei Versuchsgruppen aufgeteilt, wobei in beiden Versuchsgruppen der formenkundliche Unterricht im lebensweltlichen Kontext erfolgte – für die eine Versuchsgruppe jedoch im Freiland, für die andere im Klassenzimmer.

11. Teil 3 der Hauptuntersuchung sollte aufklären, ob die schwerpunktmäßige Beschäftigung mit Pflanzen und Tieren in einem bestimmten Kontext („Hauptkontext“) sich auf den gleichzeitigen Erwerb formenkundlichen Wissens in einem anderen Kontext („Nebenkontext“) auswirkt. Untersucht wurde der Effekt formenkundlichen Unterrichts, der schwerpunktmäßig in einem lebensweltlich-ökologischen Kontexte durchgeführt wurde, aber auch zu einem Teil systematisch-morphologische Aspekte berücksichtigte – und vice versa. Die Durchführung erfolgte von April bis Mai 2001 mit 55 Schüler der 8. Jahrgangsstufe.

12. Als Messinstrument der Hauptuntersuchung dienten informelle Lerntests. Die Daten wurden mit dem Programm SPSS statistisch bearbeitet und analysiert. Beobachtete Unterschiede wurden mittels einschlägiger Prüftests auf Signifikanz geprüft.

13. Die Analyse der formenkundlich relevanten Kontexte ergab, dass das Interesse 11- bis 14-jähriger Schüler am Kennenlernen pflanzlicher und tierischer Formen in einem lebensweltlichen oder ökologisch-umweltlichen Kontext im Schnitt groß war, in einem systematisch-morphologischen Kontext eher gering. Bezogen auf die Geschlechter zeigten sich in der Interessenverteilung kaum nennenswerte Unterschiede.

14. Sowohl Jungen als auch Mädchen erzielten durch formenkundlichen Unterricht in einem lebensweltlichen oder ökologisch-umweltlichen Kontext die höchsten, in einem systematisch-morphologischen Kontext die geringsten Lerngewinne (kurzfristig) und Behaltenseffekte (längerfristig).

15. Mädchen zeigten bezüglich pflanzlicher und tierischer Formen unter lebensweltlichem Kontext höheres Interesse und bessere Behaltenseffekte als Jungen.

16. Kontextabhängiger formenkundlicher Unterricht im Freiland erzielte höhere Lerngewinne und Behaltenseffekte als im Klassenzimmer.

17. Formenkundlicher Unterricht in einem lebensweltlich-ökologischen und systematisch-morphologischen Kontext hatte keinen Einfluss auf die Lerngewinne in einem der beiden Kontexte.

18. Bezüglich der beobachteten Befunde kommt der Autor zur Auffassung, dass diese für alle Unterstufen- bzw. Mittelstufenschüler des Gymnasiums repräsentativ sind.

19. Die erzielten Ergebnisse werden vor dem Hintergrund relevanter Befunde aus der Literatur umfassend diskutiert. Sofern wissenschaftliche Untersuchungen vorliegen, können meist übereinstimmende Befunde aufgezeigt werden. Bemerkenswert ist jedoch, dass die oftmals drastischen geschlechtsspezifischen Unterschiede in anderen naturwissenschaftlichen Fächern für den formenkundlichen Unterricht nicht zutrafen.

20. Aus den Ergebnissen der Studie wird gefolgert, dass sich vor allem lebensweltlich-ökologische Bezüge (Umwelt, Gesundheit etc.) für einen interessanten und effizienten formenkundlichen Unterricht anbieten. Unterrichtsgänge ins Freiland könnten das Interesse an Pflanzen und Tieren zusätzlich steigern.

21. Bezüglich der methodischen Vorgehensweise empfiehlt der Verfasser einen ausgewogenen Wechsel von darbietender Instruktion mit eigentätigem handlungsorientiertem Lernen in möglichst authentischen Lernumgebungen.

22. Abschließend erlaubt sich der Verfasser, ein didaktisches Konzept für einen interessanten und effizienten formenkundlichen Unterricht vorzuschlagen. Zentrale Aspekte dieses Konzepts sind:

- strikte Einbindung der formenkundlichen Inhalte in lebensweltliche oder ökologisch-umweltliche Kontexte
- Kombination von einführendem Klassenzimmerunterricht mit routinierter Freilandarbeit
- eigenständige Erarbeitung der formenkundlichen Lerninhalte durch die Schüler mittels geeigneter Lernhilfen wie bebilderte Steckbriefe, vereinfachte dichotome Schlüssel, Pflanzen- und Tierführer, Arbeitsblätter, Informationstafeln und Einordnungshilfen.

9 LITERATUR

- AICHELE, D. & GOLTE-BECHTLE, M. (1993): Was blüht denn da? Wildwachsende Blütenpflanzen Mitteleuropas. Franckh-Kosmos, Stuttgart.
- ANDERSON, J. R. et al. (1996): Situated Learning and Education. In: Educational Researcher 25, S. 5 - 11.
- ATTESLANDER, P. (1984): Methoden der empirischen Sozialforschung. De Gruyter, Berlin.
- AUFSCHNAITER, S. v. et al. (1992): Kinder konstruieren Welten. Perspektiven einer konstruktivistischen Physikdidaktik. In: SCHMIDT, S. J. (Hrsg.): Kognition und Gesellschaft. Der Diskurs des Radikalen Konstruktivismus 2. Suhrkamp, Frankfurt, S. 380 - 424.
- BAIRD, J. H et al. (1984): Science choices and preferences of middle and secondary school students in Utah. In: Journal of Research in Science Teaching 21, S. 47-54.
- BARENTWERFER, H. & RAATZ, U. (1979): Einführung in die Psychologie. Bd. 6. Wiesbaden-Bern-Stuttgart-Wien.
- BAUHARDT, (1990): Veränderung der Einstellung gegenüber Gliedertieren durch Interaktion mit lebenden Tieren im Biologieunterricht. In: KILLERMANN, W. (Hrsg.): Münchner Schriften zur Didaktik der Biologie. Bd. 7. München.
- BAYERISCHE AKADEMIE FÜR SCHULLANDHEIMPÄDAGOGIK [BASP] (Hrsg.) (1993): Lebensraum Wasser. Handreichung zur Umwelterziehung in Schullandheim und Schule, Band 1. Burgthann-Mimberg.
- BAYERISCHES LANDESVERMESSUNGSAMT (Hrsg.) (1995): Topographische Karte 1:25000, Normalausgabe. Nr. 7941 Trostberg. München.
- BAYERISCHER PHILOLOGENVERBAND [BPV] (2000): Zur Situation des naturwissenschaftlichen Unterrichts im Urteil von Biologie- und Chemielehrern an bayerischen Gymnasien. Umfrage der Fachgruppe Biologie/Chemie des BPV. München.
- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN [BayStMLU] (Hrsg.) (1982): Das Bayerische Naturschutzgesetz. München.
- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN [BayStMLU] (Hrsg.) (1984): Feuchtgebiete. München.
- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN [BayStMLU] (Hrsg.) (1987): Rote Liste bedrohter Farn- und Blütenpflanzen. München.
- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN [BayStMLU] (Hrsg.) (1994 a): Arten- und Biotopschutzprogramm Bayern. Landkreisband Altötting. München.

- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN [BayStMLU] (Hrsg.) (1994 b): Arten- und Biotopschutzprogramm Bayern. Landkreisband Traunstein. München.
- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN [BayStMLU] (Hrsg.) (1994 c): Rote Liste gefährdeter Tiere in Bayern. München.
- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UNTERRICHT, KULTUS, WISSENSCHAFT UND KUNST (1991): Lehrplan für das bayerische Gymnasium. Fachlehrplan für Biologie. Amtsblatt Teil 1, Sondernr. 7. München, S. 1133 f.
- BECK, H. (Hrsg.) (1984): Umwelterziehung im Freiland. Aulis, Köln, S. 225 ff..
- BELL, B. F. (1981): When is an animal, not an animal? In: Journal of Biological Education 15 (3), S. 213-218.
- BERCK, K.-H. & KLEE, R. (1992): Interesse an Tier- und Pflanzenarten und Handeln im Natur-Umweltschutz. Peter Lang, Frankfurt/M.
- BERCK, K.-H. (1999): Interesse an Tieren und Pflanzen - nicht nur ein Spezialfall. Lernprozesse im Biologieunterricht 3. In: BERCK, K.-H.: Biologiedidaktik. Grundlagen und Methoden. Quelle / Meyer, Wiebeisheim, S. 93 -103.
- BLANC, S. S. (1958): Critical review of science interest studies. In: Science education 42, S. 162 -168.
- BOLSCHO, D. (1987): Umwelterziehung in der Schule. In: IPN 107. Kiel.
- BRAUNER, K. (1995): Jedem Wasser gewachsen. In: Unterricht Biologie 203, S. 21 – 23.
- BREUER, E. & AUFSCHNAITER, S. v. (1997): Physikdidaktik unter konstruktivistischer Perspektive. Beobachtungen in einem Leistungskurs Elektrostatik. In: VOß, R. (Hrsg.): Die Schule neu erfinden. Luchterhand, Neuwied, S. 302 - 312.
- BROCKHAUS, W. (1960): Biologie in unserer Zeit. Neue Deutsche Schule V., Essen.
- BROWN, J. S. et al. (1989): Situated cognition and the culture of learning. In: Educational Researcher 18, S. 32 - 42.
- BUNZEL-DRÜKE, M. (1991): Zur Problematik fischereilicher Besitzmaßnahmen. In: Natur- und Landschaftskunde 1, S. 18 - 23.
- CASPERS, N. (1983): Die Chironomiden der Oberen Alz. In: Nachrichtenblatt der Bayerischen Entomologen, Jg. 32, Nr. 4.
- CHINERY, M. (1993): Pareys Buch der Insekten. Ein Feldführer der europäischen Insekten. Parey, Hamburg-Berlin.
- COGNITION and TECHNOLOGY GROUP at VANDERBILT (1990): Anchored Instruction. In: Educational Researcher 19, S. 2 - 10.

- COLDEWEY, W.-G. (1991): Hydrogeologie des Ruhrgebietes. In: SCHUHMACHER, H. & THIESMEIER, B.: Urbane Gewässer. Westarp, Essen, S. 413 - 426.
- COLLINS, A. et al. (1989): Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. In: RESNICK, L. B. (Edr.): Knowing, learning, and instruction. Hillsdale, N. J.: Erlbaum, S. 453 - 494.
- CRISCI, J. V. et al. (1993): Order and Diversity in the Living World: Teaching Taxonomy and Systematics in Schools. In: National Association of Biology Teachers, Reston (USA).
- DALHOFF, B. (1993): Freizeit fatal in Werl? In: Unterricht Biologie 188, S. 43 - 47.
- DAUMER, K. (Hrsg.) (1993): Biologie für Gymnasien. Band 6 G. BSV, München.
- DRUTJONS, P. (1988): Plädoyer für eine andere Umwelterziehung. In: Unterricht Biologie 134, S. 412.
- DUIT, R. (1995): Empirische physikdidaktische Unterrichtsforschung. In: Unterrichtswissenschaft 1995/2, S. 98-105.
- EHRENBERG, A. S. C. (1990): Statistik oder der Umgang mit Daten. VCH, Weinheim.
- EISENREICH, W. (Bearb.) et al. (1991): BLV Tier- und Pflanzenführer. BLV, München-Wien-Zürich.
- ELLENBERG, H. (1986): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Ulmer, Stuttgart.
- ENTRICH, H. (1997): Natur schützen - Zukunft öffnen. Das Dilemma der Umwelterziehung und Umweltbildung in der Schule. In: Biologie i. d. Schule 46, S. 197 - 205.
- ESCHENHAGEN, D. (1982): Untersuchungen zu Tierkenntnissen von Schülern. In: Unterricht Biologie 68, S. 41- 44.
- ESCHENHAGEN, D. (1985): Vermittlung von Pflanzen- und Tierkenntnissen in der Grundschule. In: Sachunterricht und Mathematik i. d. Primarstufe 13, S. 120 - 126.
- ETSCHENBERG, K. (1983): Welche biologischen Objekte können Schüler beim Übergang in die Sekundarstufe I benennen? In: Naturwiss. i. Unterr. - Biologie 31 (10), S. 344 - 351.
- FALK, J. H. (1983): Field trips: A look on environmental effects on learning. In: J. of Biol. Educ. 17, S. 137 - 142.
- FEY, J. M. (1994): Die Wasserramsel - Ein Generalist überlebt im Stadtbach. In: PdN - Biologie 2, S. 9 - 21.
- FEY, J. M. (1995): Auen - Lebensräume zwischen Ökologie und Ökonomie. In: Unterricht Biologie 203, S. 4 - 13.
- FRIEDRICHS, J. (1980): Methoden empirischer Sozialforschung. Westdeutscher V., Opladen.
- FÜLLER, F. (1992): Biologische Experimente: Bedeutung und Effektivität. In: KILLERMANN, W. (Hrsg.): Münchner Schriften zur Didaktik der Biologie. Bd. 8. München, S. 121.

- GALUSSER, W. A. & SCHENKER, A. (1992): Die Auen am Oberrhein. Birkhäuser, Basel.
- GEBAUER, M. (1994): Ergebnisse einer Studie zur Tierkenntnis von Grundschulern. In: BAYRHUBER, H. et al. (Hrsg.): Interdisziplinäre Themenbereiche und Projekte im Biologieunterricht. IPN, Kiel, S. 317 - 321.
- GEBHARD, U. (1995): Die Lesbarkeit der Welt. Zur psychischen Funktion von Formenkenntnissen. In: MAYER, J. (Hrsg.): Vielfalt begreifen - Wege zur Formenkunde. IPN, Kiel, S. 163 - 180.
- GEIERSBERGER, L. (1986): Der Lebensraum des Bibers *Castor fiber* L. in Bayern. In: Säugetierkundliche Mitteilungen 33, S. 125 - 170.
- GELHAAR, K.-H et al. (1999): Zur Entwicklung von Interessen an Pflanzen, Tieren und Naturschutz bei Schülern der Klassen 5 bis 10. Eine empirische Studie. In: BAYRHUBER et al. (Hrsg.): Biologie und Bildung. IPN, Kiel, S. 180 - 184.
- GEPP, J. (1985 a): Die Auengewässer Österreichs. Bestandsanalyse einer minimierten Vielfalt. In: Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz (Hrsg.): Auengewässer als Ökozellen. Grüne Reihe, Band 4, Wien, S. 13 - 62.
- GEPP, J. (1985 b): Das Tierleben in und an Auengewässern. In: Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz (Hrsg.): Auengewässer als Ökozellen. Grüne Reihe, Band 4, Wien, S. 223 - 258.
- GERKEN, B. (1988): Auen- verborgene Lebensadern der Natur. Rombach, Freiburg.
- GERSTENMAIER, J. & MANDL, H. (1995): Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. In: Zeitschr. f. Pädagogik 41 (6), S. 867 - 888.
- GLUTZ VON BLOTZHEIM, U. & BAUER, K. M. (1993): Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Bd. 13. Aula Verlag, Wiesbaden.
- GOLLER, H. (1997): Einsatz ausgewählter Naturerfahrungsspiele zur Erkundung der Lebensgemeinschaft Fließgewässer – ein Unterrichtsmodell für den Biologieunterricht in der 6. Jahrgangsstufe. Unveröff. schriftliche Hausarbeit zur zweiten Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien. Comenius Gymnasium, Deggendorf.
- GRÄBER, W. (1992 a): Untersuchungen zum Schülerinteresse an Chemie und Chemieunterricht. In: Chemie in der Schule 1992/7/8, S. 270 - 273.
- GRÄBER, W. (1992 b): Interesse am Unterrichtsfach Chemie an Inhalten und Tätigkeiten. In: Chemie in der Schule 1992/10, S. 354 – 358.
- GRÄTZLMEIER, A. (1993): Charakterisierung der Vegetationstypen im geplanten Landschaftsschutzgebiet „Mittleres Alztal mit Alzleiten“. Unveröff. Studie im Rahmen einer AB-Maßnahme am Landratsamt Altötting.
- GREEN, T. L. (1954): The teaching and learning of biology in secondary schools. Allman & Son, London.
- GRUPE, H. (1952): Kinder begegnen der Natur. Stuttgart.

- HARTINGER, A. (1997): Interessenförderung: eine Studie zum Sachunterricht. Klinkhardt, Bad Heilbrunn.
- HARTINGER, A. & ROßBERGER, E. (2001): Interesse von Mädchen und Jungen im Sachunterricht der Grundschule. Eine Studie zum Thema „Haustiere“ und „Strom“. In: UNIVERSITÄT REGENSBURG (Hrsg.): Regensburger Beiträge zur Lehr-Lern-Forschung. Nr. 9. Regensburg.
- HARVEY, M. R. (1989): Children's experiences with Vegetation. In: Children's Environm. Quarterly 6 (1), S. 36 - 43.
- HÄUBLER, P. & HOFFMANN, L. (1995): Physikunterricht – an den Interessen von Mädchen und Jungen orientiert. In: Unterrichtswissenschaft 1995/2, S. 106 – 126.
- HECKER, U. (2000): Bäume und Sträucher. BLV, München-Wien-Zürich.
- HEDEWIG, R. (1995): Die Vermittlung von Formenkunde bei überwiegend allgemeinbiologischer Orientierung des Unterrichts. In: MAYER, J. (Hrsg.): Vielfalt begreifen - Wege zur Formenkunde. IPN, Kiel, S. 133 - 142.
- HEINZEL, H. et al. (1992): Pareys Vogelbuch. Alle Vögel Europas, Nordafrikas und des Mittleren Ostens. Parey, Hamburg-Berlin.
- HEMMER, H. & WERNER, R. (1976): Zur Relevanz des derzeitigen Biologieunterrichts hinsichtlich der Schülerinteressen. In: Praxis der Naturw. Biologie 7, S. 169 - 175.
- HENDEE, J. C. et al. (1968): Wilderness users in the pacific northwest – their characteristics, values and management preferences. In: U.S. Departm. Agric. Forest Service Research Paper PNW 61. Portland, Oregon, USA.
- HESSE, M. (1983): Artenkenntnis bei Studienanfängern. In: Biologieunterricht 19, H. 4, S. 94 - 100.
- HESSE, M. (1984): Empirische Untersuchungen zum Biologie-Interesse bei Schülern der Sekundarstufe 1. In: Naturwiss. im Unterricht Biologie, 32. Jg., H. 10, S. 344 - 350.
- HIESGEN-ALTENBERG, U. (1995 a): Rettung aus der Aue. In: Unterricht Biologie 203, S. 14 – 15.
- HIESGEN-ALTENBERG, U. (1995 b): Eroberer der Auen: der Bisam. In: Unterricht Biologie 203, S. 17 – 20.
- HOFFMANN, L. & LEHRKE, M. (1986): Eine Untersuchung über Schülerinteressen an Physik und Technik. In: Zeitschr. f. Päd. 1986/2, S. 189 – 204.
- HOFFMANN, L. (1989): Die Interessen von Schülerinnen an Physik und Technik. In: Die Realschule 1989/5, S. 201 – 206.
- HONEBEIN, P. C. et al. (1993): Constructivism and the Design of Learning Environments: Context and Authentic Activities for Learning. In: DUFLY et al. (Eds.): Designing Environments for Constructive Learning. Springer, New York, S. 125 - 138.

- HOWIE, T.R. (1974): Indoor or outdoor environmental education? In: J. of Env. Educ. 6, S. 32 – 36.
- HÜBNER-MISIAK, T. et al. (1994): Aktueller Stand der NRW-Naturschutzprogramme. In: LÖLF-Mitt. 1, S. 28 - 34.
- HÜGIN, G. (1981): Die Auenwälder des südlichen Oberrheintals. Ihre Veränderung und Gefährdung durch den Rheinausbau. In: Landschaft & Stadt 2, S. 78 - 91.
- INGENKAMP, K. (1988): Lehrbuch der pädagogischen Diagnostik. Weinheim-Basel, S.76 f.
- JANßEN, W. (1988): Naturerleben. In: Unterr. Biologie 137, S.2 - 7.
- JUNGWIRTH, E. (1971): A Comparison of the Acquisition of Taxonomic Concepts by B. S. C. S. and non-B. S. C. S. Pupils. In: The Australian science Teachers Journals 4, S. 80 - 82.
- KATTMANN, U. et al. (1996): Von Systematik nur eine Spur: Wie Schüler Tiere ordnen. In: Unterricht Biologie 218, S. 50 - 52.
- KELLERT, S. (1980): American's attitudes and knowledge of animals. In: Transact. of the 45th North American Wildlife and Natural Resources Conference. Wildlife Management Institute, Washington, USA.
- KELLERT, S. & BERRY, J. K. (1980): Knowledge, Affection and Basic Attitudes Toward Animals in American Society. Fish and Wildlife Service, Washington D. C..
- KELLERT, S. (1983): Affective, Cognitive, and Evaluative Perceptions of Animals. In: ALTMANN, J. & WOHLVILL, J. F. (Eds.): Behavior and the Natural Environment. Plenum Press, New York, S. 241 - 267.
- KELLERT, S. (1985): Attitudes Toward Animal: Age - Related Development Among Children. In: Journal of Environmental Education 16 (3), S. 29 - 39.
- KILLERMANN, W. & SCHERF, G. (1986): Die Vermittlung von Formenkenntnissen als grundlegende Aufgabe des Biologieunterrichts. In: Päd. Welt 4, S. 146 - 158.
- KILLERMANN, W. (1995): Biologieunterricht heute. Auer, Donauwörth.
- KILLERMANN, W. (1998): Research into biology teaching methods. In: Journal of Biolog. Education 33 (1), S. 4 - 9.
- KOPP, F. (1977): Beim Namen nennen. In: Päd. Welt 31. Jg., H. 2, S. 65.
- KUTTER, S. & SPÄTH, V. (1993): Rheinauen. G. Braun, Karlsruhe.
- LEIBOLD K. (1997): Modelle, Modellbildung und Modelleinsatz – untersucht am Beispiel des Energiestoffwechsels der Pflanzen für den Biologieleistungskurs des Gymnasiums. Dissertation an der Fakultät für Biologie, Chemie und Geowissenschaften der Universität Bayreuth.
- LEIEK, A. & BUHSE, G. (1992): Fische des Rheins. Springer, Berlin.

- LIEDEL, H. & DOLLHOPF, H. (1993): Der alte Kanal - Der neue Kanal. Landschaftsverluste im Altmühltal. Stürtz, Würzburg.
- LÖWE, B. (1980): Empirische Untersuchungen zum kognitiven Lernerfolg und zur Änderung der sachbezogenen Motivation im Biologieunterricht in Abhängigkeit vom Unterrichtsverfahren. In: *biologica didactica* 3.
- LÖWE, B. (1983): Interessenänderung durch Biologieunterricht. In: KILLERMANN, W. (Hrsg.): *Münchener Schriften zur Didaktik der Biologie*. Bd. 2. München.
- LÖWE, B. (1987): Interessenverfall im Biologieunterricht. In: *Unterricht Biologie* 124, S. 62 – 65.
- LÖWE, B. (1992 a): Biologieunterricht und Schülerinteresse an Biologie. In: *Schriftenreihe der pädagogischen Hochschule Heidelberg*, Bd. 9. Deutscher Studienverlag, Weinheim.
- LÖWE, B. (1992 b): Vergleich der Entwicklung biologischer Interessen von Schülern aus Brandenburg und Baden-Württemberg. In: *Biologie i. d. Schule* 41, S. 283 - 291.
- MACHATSCHEK, F. (1962): *Geomorphologie*. Teubner, Stuttgart.
- MANDL, H. et al. (1993): Lernen im Physikunterricht. Brückenschlag zwischen wissenschaftlicher Theorie und menschlichen Erfahrungen. Forschungsbericht Nr. 19 der Ludwig-Maximilians-Universität. München.
- MARK, U. (2000): Die Bedeutung eines Umweltzentrums als außerschulischer Lernort. Unveröff. Zulassungsarbeit zur ersten Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien. Institut für Didaktik der Biologie, Universität Regensburg.
- MATIASKE, W. (1990): *Statistische Datenanalyse mit Mikrocomputern*. München, S. 70.
- MAYER, M. & TAMIR, P. (1972): Pupils attitudes towards plants and animals. In: *Proceedings of the Fourth Regional Conference of the Asian Association of Biological Education*, S. 240 - 256.
- MAYER, J. (1992): *Formenvielfalt im Biologieunterricht*. IPN, Kiel.
- MAYER, J. & HORN, F. (1993): Formenkenntnis wozu? In: *Unterricht Biologie* 189, S. 4 - 13.
- MAYNTZ, R. et al. (1971): *Einführung in die Methoden der empirischen Sozialforschung*. Opladen.
- MEIER-PEITHMANN, W. et al. (1986): *Lebensbilder aus der Vogelwelt zwischen Elbe und Drawehn*. Köhring, Lüchow.
- MOOIJ, J. H. (1990): Bleischrotbelastung bei Wasservögeln. In: *Charadrius* 26, S. 6 - 19.
- MOOIJ, J. H. (1993): Development and management of wintering geese in the Lower Rhine area of North Rhine-Westphalia / Germany. In: *Die Vogelwarte* 37, S. 55 - 77.

- NORTON, B. (1992): Waren, Annehmlichkeiten und Moral: Die Grenzen der Quantifizierung bei der Bewertung biologischer Vielfalt. In: WILSON, E. O. (Hrsg.): Ende der biologischen Vielfalt? Spektrum, Heidelberg, S. 222 - 228.
- NUSSINGER, B. & STIX, P. (1983): Artenkenntnis - Schultyp Gymnasium. Mitteilg. Vbd. Deutscher Biologen 297, H. 3, S. 1367 - 1368.
- OBRDLIK, P. (1994): Regenerierung der Rheinbiozönose durch Auengewässer. In: SANDOZ (Hrsg.): Rheinfonds „Forschung und Naturschutz“. Basel, S. 101 - 106.
- OSCHE, G. (1975): Die Vergleichende Biologie und die Beherrschung der Mannigfaltigkeit. In: Biologie in unserer Zeit 5 (5), S. 139 - 146.
- PETERMANN, F. (Hrsg.) (1980): Einstellungsmessung und Einstellungsforschung. Hogrefe, Göttingen.
- PIZZINI, E. L. & GROSS, M. P. (1978): Utilisation of advance organizers in environmental education. In: Journal of Research in Science Education 62, S. 563 – 569.
- PLACHTER, H. (1991): Naturschutz. Fischer, Stuttgart.
- PLÖTZ, F. (1970): Kind und lebendige Natur. Kösel, München.
- PRENZEL, M. (1997): Situiertes Lernen. Möglichkeiten im Unterricht. In: Bayrhuber et al. (Hrsg.): Biologieunterricht und Lebenswirklichkeit. IPN, Kiel, S. 237 - 241.
- PROBST, W. (1977): Formenkunde und Systematik im Biologieunterricht – ein alter Zopf? In: Der Biologieunterricht 1977/2, S. 4 - 10.
- PROBST, W. (1995): Vom Naturerlebnis zur Formenkenntnis. In: MAYER, J. (Hrsg.): Vielfalt begreifen - Wege zur Formenkunde. IPN, Kiel, S. 203 - 210.
- PUTZ, R. (1994): Aufwuchskieselalgen im Rhein und in den Rheinauen bei Rastatt und ihre Bedeutung für dieses Ökosystem. In: SANDOZ (Hrsg.): Rheinfonds „Forschung und Naturschutz“. Basel, S. 95 - 100.
- REGIONALES RECHENZENTRUM FÜR NIEDERSACHSEN [RRZN] & RECHENZENTRUM DER UNIVERSITÄT DES SAARLANDES, SAARBRÜCKEN (HRSG.) (1998): SPSS für Windows. Eine Einführung in die Version 6 und 7.5. Hannover-Saarbrücken, S.71 ff.
- REICHHOLF, J. & REICHHOLF-RIEHM, H. (1982): Die Stauseen am unteren Inn. In: AKADEMIE FÜR NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSPLEGE [ANL] (Hrsg.): Seminarbeiträge 6/82, Laufen, S. 47 -89.
- REICHHOLF, J. (1988): Auswirkung des Angelns auf die Brutbestände von Wasservögeln im Feuchtgebiet von internationaler Bedeutung „Unterer Inn“. In: Die Vogelwelt 109, S. 206 - 221.
- REICHHOLF, J. (1993): Comeback der Biber. Ökologische Überraschungen. Beck, München.

- RENKL, A. (1996): Träges Wissen: Wenn Erlerntes nicht genutzt wird. In: Psycholog. Rundschau 47, S. 78-92.
- RESNICK, L. B. (1989): Introduction. In: RESNICK, L. B. (Edr.): Knowing, learning, and instruction. Hillsdale, N. J.: Erlbaum, S. 1 - 24.
- REXER, E. & BIRKEL, P. (1986): Größerer Lernerfolg durch Unterricht im Freiland? In: Unterricht Biologie 117.
- REYER, W. (1993): Der Wald. Tiere und Pflanzen. Franckh-Kosmos, Stuttgart.
- RICHTER, D. (1992): Allgemeine Geologie. De Gruyter, Berlin.
- ROLLETT, B. (1974): Das Design in der empirischen Unterrichtsforschung. In: ROTH, L. (Hrsg.): Beiträge zur empirischen Unterrichtsforschung. Schroedel, Hannover, S. 72 – 102.
- RÜCKRIEM, R. & FEY, M. (1995): Das drüsige Springkraut erobert die Auen. In: Unterricht Biologie 203, S. 24 – 32.
- RUHRVERBAND & RUHRTALSPERRENVEREIN (Hrsg.) (1973): Die zunehmende Trinkwassergefährdung aus der Ruhr. Denkschrift, Essen.
- RUPPOLT, W. (1967): Weshalb bevorzugen Schüler auf der Unter- und Mittelstufe die Tierkunde? In: MNU 20 (9), S. 366 - 370.
- RYMAN, D. (1974): The relative effectiveness of teaching methods on pupils' understanding of the classification of living organisms at two levels of intelligence. In: Journal of Biological Education 8 (4), S. 219 - 223.
- RYMAN, D. (1984): Childrens' Understanding of the Classification of Living Organisms. In: Journal of Biological Education 8, S. 140 - 144.
- SCHERF, G. (1986): Zur Bedeutung pflanzlicher Formenkenntnisse für eine schützende Einstellung gegenüber Pflanzen und zur Methodik des formenkundlichen Unterrichts. In: KILLERMANN, W. (Hrsg.): Münchner Schriften zur Didaktik der Biologie. Bd. 3. München.
- SCHIEFELE, H. (1974): Lernmotivation und Motivlernen. Ehrenwirth, München, S. 251.
- SCHMEIL, O. & FITSCHEN, J. (1988): Flora von Deutschland und seinen angrenzenden Gebieten. Quelle u. Meyer, Heidelberg-Wiesbaden.
- SCHMIDT, E. (1986): Die Odonatenfauna als Indikator für Angel-Schäden in einem ehemaligen Naturschutzgebiet, dem Kratersee Windsborn des Mosenbergs/Vulkaneifel (BRD). In: Libellula 5, S. 113 - 125.
- SCHMIDT, E. (1991): Das Nischenkonzept für die Bioindikation am Beispiel Libellen. In: Beitr. Landespf. Rheinland-Pfalz 14, S. 95 – 117.
- SCHMIDT, E. (1992): Angepasstheit bei Uferpflanzen. In: Unterricht Biologie 173, S. 49 - 51.

- SCHNEIDER, E. & SCHULTE, R. (1985): Befunde zu den Habitatansprüchen des Europäischen Bibers *Castor fiber* L. aus einem Wiederansiedlungsversuch an einem Mittelgebirgsbach der nördlichen Eifel. In: *Angew. Zool.* 1/2, S. 167 - 179.
- SCHNEIDER, K. & WALTER, U. (1992): Lernfördernde Gestaltung von Bild- und Textmaterialien für den Gesundheitsbereich. Europäische Hochschulschriften. Lang, Frankfurt, S. 205 f.
- SCHRAG, H. (1993): Geplantes Landschaftsschutzgebiet „Mittleres Alztal mit Alzleiten“. Unveröff. Studie im Rahmen einer AB-Maßnahme an der Unteren Naturschutzbehörde im Landratsamt Traunstein.
- SCHREIER, H. (1995): Die Erfahrung der Formenvielfalt und ihre pädagogische Dimension. In: MAYER, J. (Hrsg.): *Vielfalt begreifen - Wege zur Formenkunde*. IPN, Kiel, S. 21 - 36.
- SCHREINER, J. (1991): Die Situation der Flussauen in Bayern. In: *AKADEMIE FÜR NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSPFLEGE [ANL]* (Hrsg.): *Seminarbeiträge*. Laufen. Nr. 4/1991.
- SCHRÖDER, P. & REY, P. (1991): Fließgewässernetz Rhein und Einzugsgebiet. In: *INSTITUT FÜR ANGEWANDTE HYDROBIOLOGIE* (Hrsg.): *Scientific Publications No.1*. Konstanz-Bern-Kastel.
- SCHULTE, G. & WOLFF-STRAUB, R. (1986): Vorläufige Liste der in Nordrhein-Westfalen gefährdeten Biotope. In: *LOLF* (Hrsg.): *Rote Liste der in Nordrhein-Westfalen gefährdeten Pflanzen und Tiere*. S. 19 - 27.
- SCHULTE, R. & SCHNEIDER, E. (1989): Beeinflussungen von Waldlebensgemeinschaften durch den Biber. In: *Unterricht Biologie* 146, S. 62 - 65.
- SCHWARZ, B. (1983): *Grundzüge pädagogischer Diagnostik*. Frankfurt/M.
- SIEPE, A. (1994): Renaturierung von Auebiotopen am Oberrhein. In: *Angew. Zool.* 1, S. 3 - 24.
- STAECK, L. (1980): *Medien im Biologieunterricht*. Scriptor., Königstein/Ts., S. 124.
- STAROSTA, B. (1991): Empirische Untersuchung zur Methodik des gelenkt - entdeckenden Lernens in der freien Natur und über den Einfluss der Unterrichtsform auf kognitiven Lernerfolg und Interesse für biologische Sachverhalte. *MNU* 47, H. 7, S. 422 - 431.
- STAROSTA, B. & Wein, H. (1993): Früchte wildwachsender Bäume und Sträucher. *Grundschulmagazin* 7 - 8. Ehrenwirth, München, S. 15 - 18.
- STICHMANN, W. (1973): *Biologie*. Schwann, Düsseldorf.
- STICHMANN, W. (1995): Didaktische Aspekte im Beziehungsfeld von Formenkenntnis und Naturschutzhandeln. In: MAYER, J. (Hrsg.): *Vielfalt begreifen - Wege zur Formenkunde*. IPN, Kiel, S. 120 - 128.
- STRASBURGER, E. (1991): *Lehrbuch der Botanik für Hochschulen*. Fischer, Stuttgart-Jena-New York.

- STURM, H. (1982): Formenkenntnis. In: Unterricht Biologie 68, S. 2 - 13.
- TAMIR, P. (1985): Interest in learning about plants and animals. In: LEHRKE, M. et al. (Hrsg.): Interests in Science and Technology Education. IPN, Kiel, S. 233 - 246.
- TAMM, J.C. (1982 a): Das jahresperiodisch trockenliegende Eulitoral der Edertalsperre als Lebens- und Ersatzlebensraum. In: Arch. Hydrobiol. Suppl. 64, S. 341 - 398 (Teil I), S. 484 - 553 (Teil II).
- TAMM, J.C. (1982 b): Die Flora und Fauna der jahresperiodisch trockenliegenden Überschwemmungsfluren der Edertalsperre - eine Auenbiozönose? In: Verhandl. der Gesell. für Ökol. Band 12, S. 355 - 360.
- TERHART, E. (1999): Konstruktivismus und Unterricht. Sonderdruck des Inst. f. Pädagogik der Ruhr-Universität Bochum.
- TODT, E. (1978): Das Interesse. Huber, Bern.
- TODT, E. (1985): Die Bedeutung der Schule für die Entwicklung der Interessen von Kindern und Jugendlichen. In: Unterrichtswissenschaft 4, S. 362 - 376.
- TODT, E. & HÄNDEL, B. (1988): Analyse der Kontextabhängigkeit von Physikinteressen. In: MNU 41/3, S. 137 - 140.
- TODT, E. (1990): Entwicklung des Interesses. In: HETZER, H. et al. (Hrsg.): Angewandte Entwicklungspsychologie des Kindes- und Jugendalters. Wiesbaden.
- TROMMER, G. (1988): Naturerleben - ein naturwissenschaftlich unmöglicher aber notwendiger Begriff für Umweltbildung. In: HOMFELDT, H.-G. (Hrsg.): Erziehung und Gesundheit. Deutscher Studienverlag, Weinheim.
- TROWBRIDGE, J. E. & MINTZES, J. J. (1985): Students Alternative Conceptions of Animals and Animal Classification. In: School Science and Mathematics 85, S. 304 - 316.
- TROWBRIDGE, J. E. & MINTZES, J. J. (1988): Alternative conceptions in animal classification: a cross-age study. In: Journal of Research in Science Teaching 25, S. 547 - 571.
- WANDERSEE, J. H. (1986): Plants or animals - which do junior high school students prefer to study? In: Journal of Research in Science Teaching 23, S. 415 - 426.
- WASSERWIRTSCHAFTSAMT TRAUNSTEIN (Hrsg.) (1996 a): Gewässerpflegeplan Obere Alz. Unveröff.
- WASSERWIRTSCHAFTSAMT TRAUNSTEIN (Hrsg.) (1996 b): Gewässerpflegeplan Untere Alz. Unveröff.
- WERNER, D. (1987): Pflanzliche und mikrobielle Symbiosen. Thieme, Stuttgart.
- WILSON, E. O. (Hrsg.) (1992): Ende der biologischen Vielfalt? Spektrum, Heidelberg-Berlin-New York.

- WISNIEWSKY, H. (1994): Einsatzmöglichkeiten, kognitive Effizienz und emotionale Wirkung ausgewählter Schulfernsehsendungen im Biologieunterricht der Realschule. In: KILLERMANN, W. (Hrsg.): Münchner Schriften zur Didaktik der Biologie. Bd. 9. München.
- WUNNER, U. (1991): Fischereifachliches Gutachten zur Restwasseranalyse der Ausleitungsstrecke der Alzkraftstufe III. Unveröff. Gutachten des Fachberaters für Fischerei des Bezirks Oberbayern.
- ZABEL, E. (1965): Untersuchungen über die Bedeutung der Sippenkenntnisse und über Prinzipien der Auswahl von Sippen für den Unterricht. In: Biologie i. d. Schule 14, S. 498 - 504.
- Zöfel, P. (1992): Statistik in der Praxis. UTB für Wissenschaft. Gustav Fischer, Stuttgart-Jena.

ANHANG

Anhang 1:	Anschreiben an die Eltern	S. 166
Anhang 2:	Anschreiben an die Schüler	S. 167
Anhang 3:	Fragebogen zur Überprüfung kontextbezogener Interessen (Auswahl, VU)	S. 168
Anhang 4:	Arbeitsblatt zur Einführungsstunde	S. 169
Anhang 5:	Tafelbild zur Einführungsstunde	S. 170
Anhang 6:	Einordnungshilfe (HU Teil 1/2)	S. 171
Anhang 7:	Informationstafeln (HU Teil 1/2)	S. 172
Anhang 8:	Arbeitsblätter (HU Teil 1/2)	S. 187
Anhang 9:	Fragebögen zur Untersuchung der Vergleichbarkeit (HU Teil 1/2)	S. 202
Anhang 10:	Test zur Ermittlung des formenkundlichen Wissens (HU Teil 1/2)	S. 207
Anhang 11:	Musterlösung zum Wissenstest (HU Teil 1/2)	S. 208
Anhang 12:	Einordnungshilfe (HU Teil 3)	S. 209
Anhang 13:	Informationstafeln (HU Teil 3)	S. 210
Anhang 14:	Arbeitsblätter (HU Teil 3)	S. 224
Anhang 15:	Test zur Ermittlung des formenkundlichen Wissens (HU Teil 3) mit Musterlösung (stichpunktartig)	S. 240
Anhang 16:	Zusammenfassung der statistischen Auswertung	S. 246

Anhang 1: Anschreiben an die Eltern

Hertzhaimer Gymnasium Trostberg
Trostberg, den

Gymnasium Traunreut
Traunreut, den

Sehr geehrte Eltern!

In den nächsten Wochen werden die Schüler der 6. Klassen des Gymnasiums im Rahmen des Biologieunterrichts an einer Untersuchung der Universität Regensburg teilnehmen. Kern dieser Untersuchung ist die Arten- und Formenkenntnis der Schüler.

In diesen Unterrichtsstunden werden die Schüler Fragebögen zu Pflanzen und Tieren bearbeiten. Ich möchte Sie hiermit davon in Kenntnis setzen, dass die Auswertung dieser Fragebögen nur im Rahmen der Studie und **völlig anonym** erfolgt. Sie hat keinen Einfluss auf die Notengebung!

Vorname und Geburtsdatum sind die einzigen persönlichen Daten auf diesen Fragebögen und dienen lediglich dazu, die einzelnen Fragebögen eines Schülers später einander zuordnen zu können.

Ich denke wir dürfen uns jetzt schon auf die Ergebnisse dieser Untersuchung freuen, die sicherlich dazu beitragen werden, dass der Biologieunterricht für unsere Schüler noch interessanter wird.

Mit freundlichen Grüßen

Helmut Goller

Anhang 2: Anschreiben an die Schüler

Liebe Schülerin, lieber Schüler !

Die Biologie befasst sich häufig mit Lebensgemeinschaften und meint damit ein Zusammenleben von Pflanzen und Tieren in der freien Natur.

Überall um uns herum findest du solche Lebensgemeinschaften: Auf der Wiese neben der Schule, an einem Weiher, in der Hecke vor eurem Haus usw.. Überall dort leben Pflanzen und Tiere auf ganz bestimmte Weise zusammen.

Auch die Alz und das Tal, in dem sie fließt, bilden eine besondere Lebensgemeinschaft, eine sogenannte Flussaue. (Den Wald direkt neben der Alz nennt man deshalb auch Auwald.)

Natürlich kann man die Pflanzen und Tiere einer solchen Lebensgemeinschaft unter ganz verschiedenen Gesichtspunkten untersuchen:

Welche Tiere und Pflanzen kommen dort vor? Sind sie bedroht? Nützt eine Flussaue dem Menschen?...

Jeder von euch wird sich anders für die Alz und ihren Auwald interessieren. Hier sollst Du zeigen, wie Du Dich am liebsten damit beschäftigen möchtest.

Deine Antworten können dazu beitragen, den Biologieunterricht für euch interessanter zu machen. Füll also den Fragebogen sorgfältig aus!

Beachte:

1. Der Fragebogen ist völlig anonym, antworte wirklich ehrlich!
2. Es gibt keine Noten, schreib also nicht vom Nachbarn ab!
3. Kreuze immer nur eine Möglichkeit an!

Anhang 3: Fragebogen zur Überprüfung kontextbezogener Interessen (Auswahl, VU)

Voruntersuchung: Kontext Vorname: _____ Klasse: 6 _____	Geburtsdatum: _____
---	---------------------

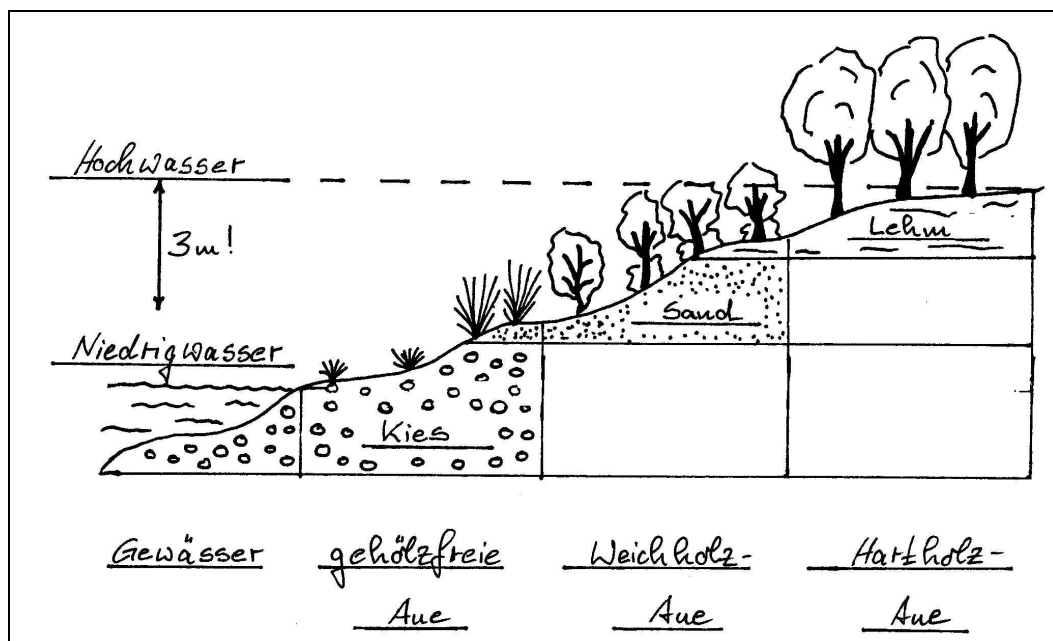
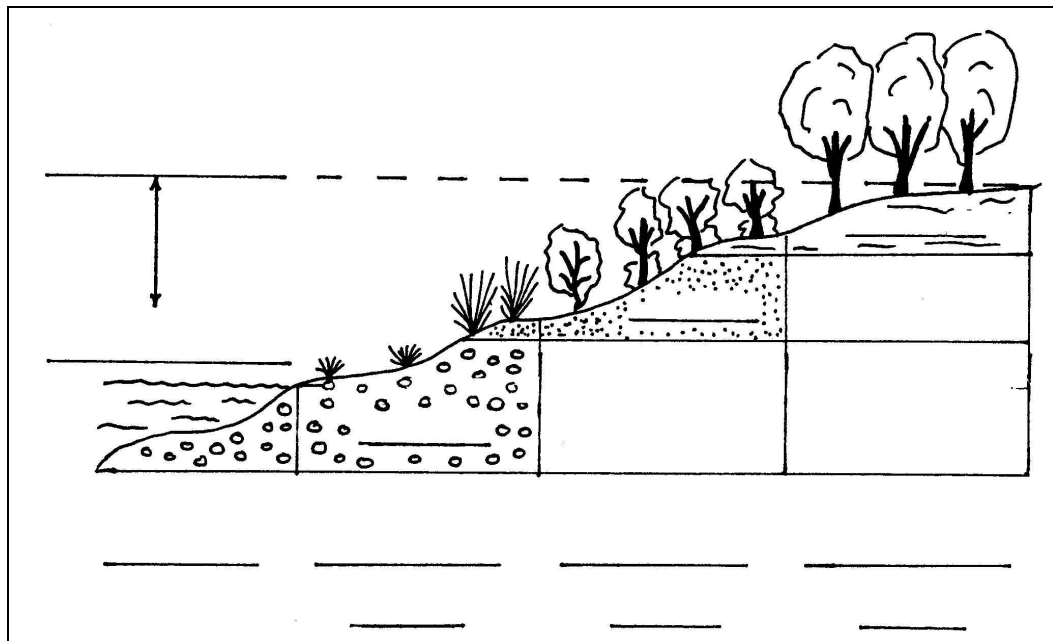
Würdest Du gerne mehr darüber wissen ...

- 1 = gar nicht gern
 2 = nicht so gern
 3 = gern
 4 = sehr gern

	1	2	3	4
zu welcher Säugetiergruppe die Bisamratte gehört?	0	0	0	0
wieweit sich der ausgestorbene Biber entlang der Alzaue wieder angesiedelt hat?	0	0	0	0
wo an der Alz Fledermäuse leben, damit du sie beim Sport oder beim Spielen nicht störst?	0	0	0	0
welche Nahrung der Pirol bevorzugt?	0	0	0	0
wie der Buntspecht dem Menschen bei der Schädlingsbekämpfung hilft?	0	0	0	0
wann du Blesshühner durch Schlauchbootfahren beim Brüten störst?	0	0	0	0
an welchen Merkmalen du einen Laufkäfer erkennst?	0	0	0	0
wie der Totengräberkäfer als „Umweltpolizei“ tote Tiere beseitigt?	0	0	0	0
wie man sich abends am Ufer am besten gegen Mückenstiche schützt (z.B. bei einer Klassenfeier)?	0	0	0	0
wie die Blüte der Taubnessel aufgebaut ist?	0	0	0	0
wie die Brennessel die Uferböschung vor Erosion (Wegspülen) schützt?	0	0	0	0
welche Heilkräuter du an der Alz finden kannst?	0	0	0	0
wie man die Sommerlinde von der Winterlinde unterscheidet?	0	0	0	0
wieviel Luft die Bäume, die in Trostberg neben der Alz stehen, jeden Tag filtern?	0	0	0	0
wie man aus Weidenästen Körbe flechtet?	0	0	0	0
aus welchen Zonen eine Flussaue aufgebaut ist?	0	0	0	0
wie ein Auwald (z.B. der Wald entlang der Alz) große Überschwemmungen verhindern kann?	0	0	0	0
wo man an der Alz beim Campen vorsichtig sein muss, um Pflanzen und Tiere nicht zu schädigen?	0	0	0	0

Anhang 4: Arbeitsblatt zur Einführungsstunde

(nach Ellenberg, 1986)



Anhang 5: Tafelbild zur Einführungsstunde

Die Flussaue – Lebensgemeinschaft an der Alz

1. Aufbau einer Flussaue:

a) gehölzfreie Aue:

- keine Büsche oder Bäume
- Untergrund: Kies
- im Sommer überschwemmt

b) Weichholzaue:

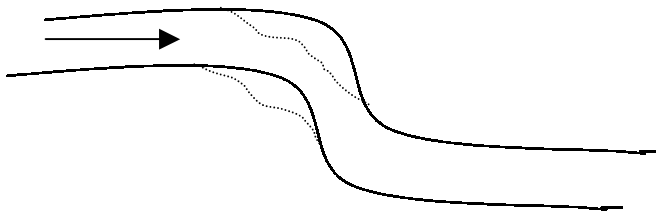
- Büsche und erste Bäume mit weichem Holz, z.B. Weiden
- Untergrund zunehmend sandig
- bei Hochwasser überflutet

c) Hartholzaue:

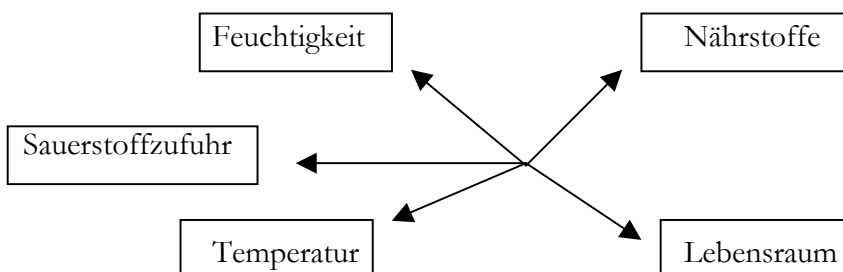
- höhere Bäume mit hartem Holz, z.B. Eschen
- Untergrund: Lehm
- Überflutung nur bei Spitzenhochwasser

2. Lebensbedingungen in einer Flussaue:

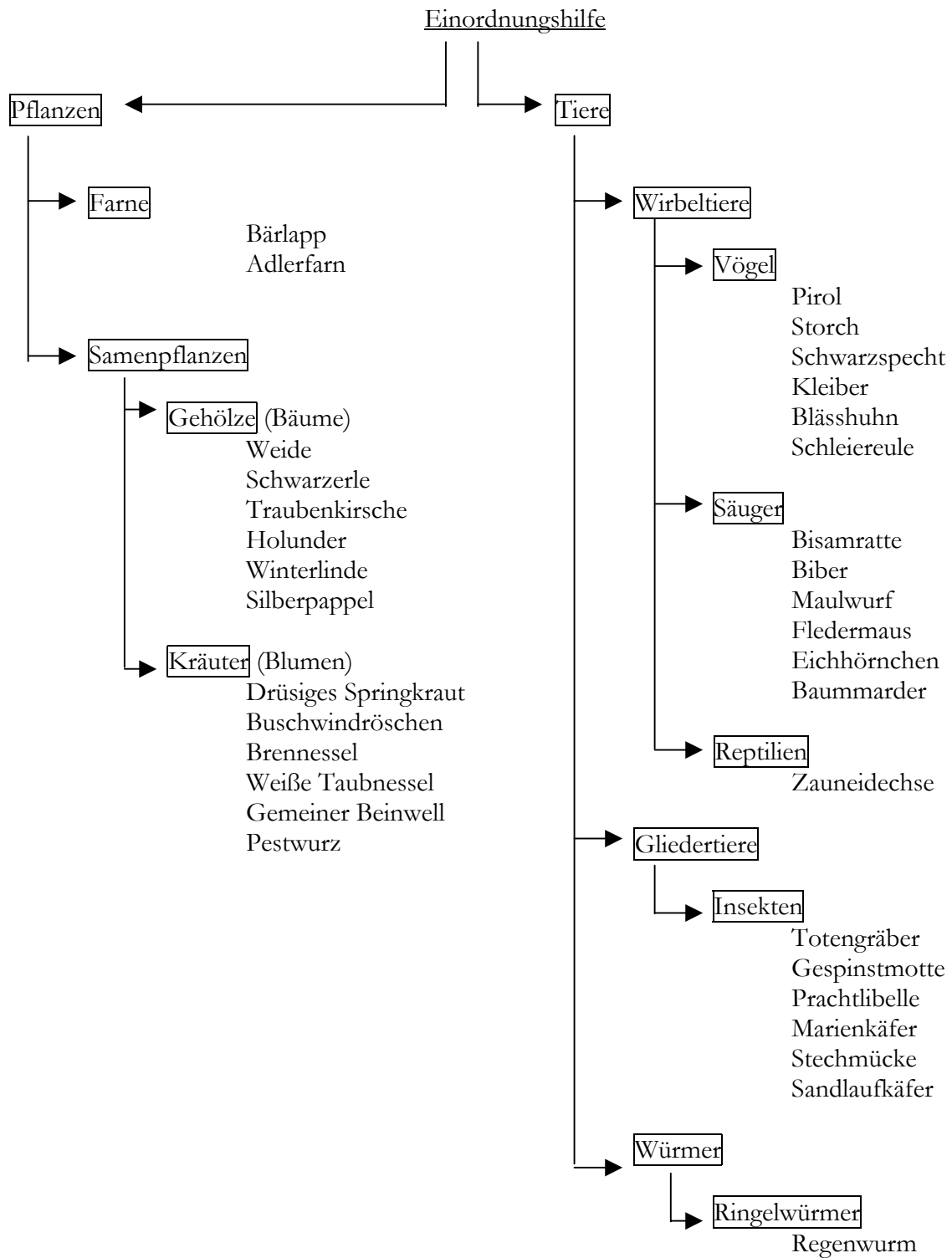
- fließendes Gewässer, z.T. starke Strömungen
- schwankender Wasserstand, Überflutung / Trockenheit
- ständige Veränderung des Flusslaufes, Anlandung / Abtragung



⇒ wechselnde Lebensbedingungen:



Viele Pflanzen und Tiere können in einer Flussaue nur dank spezieller Anpassungen überleben!

Anhang 6: Einordnungshilfe (HU Teil 1/2)

Anhang 7: Informationstafeln (HU Teil 1/2)**a) lebensweltlicher Kontext:****Die Pestwurz**

Die Pestwurz findet sich entlang der Kiesbänke einer Flussaue. Neben den rötlichen Blüten, die bereits im März erscheinen, fallen die riesigen Blätter auf. Mit einem Durchmesser von bis zu 60 cm wurden sie früher sogar als Sonnenhüte bei der Ernte verwendet! Ihr Name weist auch noch darauf hin, dass sie im Mittelalter bei der Behandlung der Pest verwendet wurde.

Der Beinwell

Der Beinwell ist eines der wichtigen Heilkräuter, die wir im Auwald finden. Man führt den Namen der Pflanze auf die frühere Verwendung bei Knochenbrüchen („beinwohl“) zurück. Aber auch bei Magenbeschwerden, Grippe und Bronchitis wird die Pflanze aufgrund ihrer besonderen Inhaltsstoffe erfolgreich angewendet.

Die Salweide

Die Weiden sind für den Menschen in vielerlei Hinsicht von großem Nutzen. So liefert die Salweide - wichtig für alle Pfadfinder - hervorragendes Brennholz. Aus der Rinde der Weiden hat man schon 400 v. Chr. ein Schmerzmittel gewonnen, das unter dem Namen „Aspirin“ heute jedes Kind kennt. Und weil die Äste der Weiden so besonders biegsam sind, hat man aus ihnen Körbe und ähnliches geflochten.

Die Schwarzerle

Die Schwarzerle ist ein weiterer ganz typischer Baum der Flussaue. Hier zu überleben, gelingt ihr aber nur, weil sie den regelmäßigen Hochwässern gut standhalten kann. Wohl auch deshalb ist das Holz der Schwarzerle im Wasser ganz besonders lange haltbar. Auch dies hat sich der Mensch zu Nutze gemacht und verwendet das Holz der Schwarzerlen z.B. für den Bau von Schiffs- oder Badestegen!

Der Marienkäfer

Die Marienkäfer, die meist mit 2 oder 7 Punkten vorkommen, genießen wie kaum ein anderes Insekt als „Glückskäfer“ den besonderen Schutz des Menschen. Aber auch der biologische Nutzeffekt dieser Käfer für uns Menschen ist erheblich. Sowohl die fertigen Käfer als auch schon ihre Larven erbeuten bevorzugt Blattläuse oder andere für uns unerwünschte Insekten!

Die Stechmücke

Dass die Stechmücken vor allem am Wasser vorkommen weiß wohl jeder seit seinen ersten „juckenden Ufererlebnissen!“ In ruhigen Seitenarmen eines Flusses können sich die Eier zu Tausenden entwickeln. Die Stechmücken - übrigens wollen nur die Weibchen unser Blut - finden uns durch unseren Schweißgeruch. Also hilft nur gründlich waschen und lange Kleidung bei der nächsten Klassenparty!

Die Schleiereule

Die Schleiereule ist leider selten geworden. Sie nistet in alten Kirchtürmen, Dachböden oder Scheunen. Doch versperrt hier der Mensch meist alle Einflugslöcher zum Schutz vor den lästigen Tauben! Dabei würden die Schleiereulen uns sehr nützen: durch ihre nächtlichen Jagdflüge wäre ein Getreidespeicher schnell frei von Mäusen!

Das Blässhuhn

Von den vielen Wasservögeln einer Flussaue ist das Blässhuhn ein treuer Vertreter, vor allem in ruhigeren Altwasserarmen. Doch ausgerechnet in der Brutzeit von April bis August stören wir Menschen die Blässhühner erheblich. Schon der Lärm beim Baden oder Schlauchbootfahren vertreibt die Vögel nicht selten von ihren Gelegen. Erst recht, wenn wir die schützenden Schilfgürtel auch noch betreten!

Die Bisamratte

Die Bisamratte, die ursprünglich bei uns nicht vorkam, wurde um 1900 wegen der Pelzindustrie aus Nordamerika eingeführt. Ihr Fell wird zu Mänteln, Pelzkrägen oder auch zu Handschuhen verarbeitet. Sie haben sich so rasch vermehrt, dass sie heute bejagt werden. Auch untergraben sie die Uferböschungen durch ihre weiten Gangsysteme, sodass Landwirte in den angrenzenden Feldern oft mit ihren Traktoren einbrechen!

Die Fledermaus

Als blutsaugendes Vampir ist sie uns aus vielen Filmen bekannt. Aber nicht eine der bei uns noch lebenden Arten will unser Blut. Vielmehr sind wir es, die die heimischen Fledermäuse an den Rand des Aussterbens gebracht haben. Fledermäuse ernähren sich von Insekten, die sie übrigens mit einem Ultraschall-Echolot erkennen. Dasselbe Prinzip verwenden wir Menschen in der Schifffahrt zum Abtasten des Meeresbodens.

b) ökologisch-umweltlicher Kontext:**Die Brennessel**

Die Brennessel bildet ein besonderes Wurzelsystem aus, das verhindert, dass Uferböschungen leicht weggespült werden! Außerdem ernähren sich die Raupen vieler wunderschöner Schmetterlinge von Brennesseln! Der brennende Schmerz beim Berühren geht hauptsächlich auf Ameisensäure zurück, die sich in speziellen Brennhaaren befindet.

Das Buschwindröschen

Das Buschwindröschen ist ein sog. Frühblüher. Es blüht bereits bevor die Bäume ihre Blätter ausbilden. So bekommen die Blüten auch im dichten Auwald noch genügend Licht! Aufgrund ihres überreichen Pollenangebotes bezeichnet man sie auch als „Pollenblume“. Sie ist eine wichtige Nahrungsquelle für bestäubende Insekten. Ihre Früchte werden durch Ameisen verbreitet.

Die Salweide

Die Salweide blüht als eines der ersten Gehölze und ist deshalb im Frühjahr eine wichtige Nahrungsquelle für die Bienen! Weiden besitzen besonders biegsame Äste. Bei Überschwemmungen brechen diese unter dem Druck des Wassers nicht ab, sondern können drohende Überflutungen abbremsen.

Die Schwarzerle

Erlen leben in einer tollen Partnerschaft mit speziellen Bakterien. Diese Bakterien sitzen an den Wurzeln der Bäume und stellen aus Luft Stickstoffdünger für die Erlen her!

Erlen kommen vor allem an Graben-, Bach- oder Flussrändern vor. Dort festigen sie durch ihre Wurzelsysteme die Uferböschungen.

Der Totengräber

Diese Käfer untergraben kleinere Tierkadaver bis sie in der Nadelstreu des Waldbodens versunken sind. Daraus formen sie eine Aaskugel, die als Nahrung für die jungen Käferlarven dient. Beim Fressen werden die Larven von ihrer Mutter betreut, ein unter den Käfern einmaliger Fall von Brutpflege.

Die Gespinstmotte

Die Larven der Gespinstmotte ernähren sich von den Blättern der Traubenkirsche. Fraßtrupps von 30 -50 Larven ziehen dazu die Blätter eines größeren Bereiches mit klebrigen Spinnfäden zusammen. Geschützt gegen Witterung und Vögel fressen sie im Inneren dieser Gespinste eine vier Meter hohe Traubenkirsche in oft nur zwei Wochen kahl!

Der Pirol

Für den Pirol ist es wichtig, dass im Auwald auch tote Bäume liegenbleiben. Denn nur in totem Holz leben viele der Insekten, die auf dem Speisezettel des Pirol stehen. Nach einer Reihe feuchter und kühler Sommer geht sein Bestand leider meist zurück, da er das nasskalte Klima nicht mag.

Der Storch

Der Storch überwintert in Afrika und verbringt nur den Sommer bei uns. Er ernährt sich von Amphibien, Mäusen, Regenwürmern oder Insekten. Diese findet er vor allem auf den feuchten Überschwemmungswiesen einer Aue. Leider legt der Mensch immer mehr dieser Flächen trocken, um sie landwirtschaftlich zu nutzen. So findet der Storch nur noch wenig Nahrung für sich und seine Jungen und wird immer seltener.

Die Bisamratte

Die Bisamratte war bei uns eigentlich nicht heimisch. Nachdem sie aus Nordamerika eingeschleppt wurde, konnte sie sich jedoch rasch vermehren, weil sie bei uns nur wenig natürliche Feinde besitzt. Alle Bisamratten in Mitteleuropa gehen auf 5(!) Tiere zurück, die 1905 bei Prag in der Tschechei ausgesetzt wurden.

Der Biber

Es gibt kein Tier, das so massiv in das Zusammenleben in einer Flussaue eingreift wie der Biber! Überall dort, wo der niedrige Wasserstand keine Möglichkeit zum Tauchen und Schwimmen bietet hilft der Biber nach. Er fällt Weiden, Pappeln und Erlen und errichtet Staudämme. Aus dem ursprünglichen Bach oder Fluss wird ein Stausee, der mehrere Quadratkilometer groß sein kann.

c) systematisch-morphologischer Kontext:**Das Drüsiges Springkraut**

Das drüsige Springkraut produziert viele Samen. An einer einzigen Pflanze konnte man schon 4288 Samen zählen! Berührt man die reifen Fruchtkapseln, so platzen sie explosionsartig auf und schleudern die Samen bis zu 6 Meter weit weg. Die Samen können natürlich auch ins Wasser geschleudert werden, aber selbst ein mehrwöchiger Aufenthalt im Wasser schadet den Samen nicht.

Die Weiße Taubnessel

Die Taubnessel wird oftmals mit der Brennessel verwechselt. Sie hat jedoch, wie der Name schon sagt, keine Brennhaare und ist mit der Brennessel auch nicht verwandt. Die gestielten Blätter sind am Rand deutlich „gesägt“. Die Taubnessel zählt zu den Lippenblütlern, weil ihre Blüte zwei deutliche Teile besitzt, die man als Ober - und Unterlippe bezeichnet.

Die Salweide

Die Weidenbäume der Flussauen sind durch ihre schmalen Blätter und biegsamen Äste besonders gut an Überschwemmungen angepasst. Wird der Druck der Fluten zu groß, besitzt die Bruchweide z.B. spezielle Stellen, an denen ihre Äste brechen sollen, damit nicht der ganze Baum entwurzelt wird. Werden die abgebrochenen Teile wieder angespült, wachsen aus ihnen schnell wieder neue Weiden.

Die Schwarzerle

Die eigentlich glatte, grün-braune Rinde der Schwarzerle zerspringt später in eine schwarze Borke, daher der Name. Die Schwarzerle findet sich generell an Graben-, Bach- und Flussrändern. Da ihre Äste aber eine besonders hohe Biegsamkeit aufweisen, sind Schwarzerlen Spezialisten für Überschwemmungen mit reißender Strömung. Man trifft sie daher häufig in den Flussauen von Hochgebirgsbächen!

Der Sandlaufkäfer

Der Sandlaufkäfer ist ein typischer Auenbewohner. Durch seine schwarz-weiße Färbung ist er am kiesigen Ufersaum bestens getarnt. Vor allem im Sand und Geröll des Ufers geht er deshalb auf Beutejagd. Bei Störungen fliegt er nur wenige Meter weit, bei Hochwasser oder auf der Suche nach einem neuen Zuhause kann er aber auch weitere Flugdistanzen zurücklegen.

Die Prachtlibelle

An sauberen Flüssen lebt die gebänderte Prachtlibelle. Sie wird etwa 5 cm lang und besitzt dabei eine Flügelspannweite von 7 cm! Die Färbung des schlanken Körpers variiert in metallisch glänzendem Blau oder Grün. Vorder- und Hinterflügel sind gleich gestaltet und in Ruhe zusammengefaltet. Das prächtige Flügelband ist kennzeichnend für die Männchen.

Der Kleiber

Typisch für den Kleiber ist die Fähigkeit, auch mit dem Kopf voran baumabwärts oder an der Unterseite waagrechter Äste zu klettern! Die Füße des Kleibers sind mit ihren extrem langen Zehen an diese kletternde Lebensweise hervorragend angepasst. Zum Nisten sucht sich der Kleiber verlassene Spechthöhlen, deren Eingang er mit Lehm auf seine kleinere Körpergröße zuklebt. (Name!)

Der Schwarzspecht

Der Schwarzspecht ist der größte Specht in Europa. Etwa so groß wie eine Krähe ist er eine imposante Erscheinung im Wald. Auffällig ist die rote Kopfplatte. Der Schwarzspecht ernährt sich von Insekten, sein Lieblingssessen sind Ameisen und ihre Larven. Mit seinem Schnabel zimmert er Bruthöhlen in morsche Bäume. Er ist einer der wichtigsten Höhlenbauer in unseren Wäldern.

Die Bisamratte

Bei der Bisamratte ist der Name irreführend, ist sie doch die größte heimische Wühlmaus! Ursprünglich kam der Bisam bei uns nicht vor, sondern wurde um 1900 aus Nordamerika eingeschleppt. Ihre Hinterfüße sind, passend für ihr Leben im Wasser, mit Schwimmhäuten versehen. Auch durch ihren paddelförmigen Schwanz ist sie ein sehr guter Schwimmer und Taucher.

Der Maulwurf

Der Maulwurf ist perfekt an sein unterirdisches Leben angepasst. Mit seinen Vorderfüßen, die als mächtige Grabschaufeln mit langen Krallen ausgebildet sind, verrichtet er seine Grabarbeiten. Wird der Maulwurf von einem Hochwasser überrascht, ist er übrigens ein hervorragender Schwimmer und sein Fell lässt mit 200 Haaren pro Quadratmillimeter(!) das Wasser einfach abperlen.

Anhang 8: Arbeitsblätter (HU Teil 1/2) (Abbildungen aus EISENREICH, 1991 und FEY, 1995)**a) lebensweltlicher Kontext:****Tiere und Pflanzen der Flussaue**

1. Suche die Station mit dem Tier oder der Pflanze auf dem Bild! Betrachte genau!
2. Notiere dir den Namen und ergänze die Lücken im Text!
3. Ordne die Tiere / Pflanzen derselben Seite an der Einordnungshilfe durch übergeordnete Gruppen systematisch ein!
4. Notiere die übrigen Vertreter dieser Großgruppe, die auch in der Flussaue vorkommen!



Die _____

Die _____ findet sich entlang der _____ einer Flussaue. Neben den rötlichen Blüten, die bereits im März erscheinen, fallen die riesigen _____ auf. Mit einem Durchmesser von bis zu 60 cm wurden sie früher sogar als _____ bei der Ernte verwendet! Ihr Name weist auch noch darauf hin, dass sie im _____ bei der Behandlung der _____ verwendet wurde.



Der _____

Der _____ ist eines der wichtigen _____, die wir im Auwald finden. Man führt den Namen der Pflanze auf die frühere Verwendung bei _____ („beinwohl“) zurück. Aber auch bei _____, _____ und Bronchitis wird die Pflanze aufgrund ihrer besonderen _____ erfolgreich angewendet.

Einordnung: _____ - _____ - _____

weitere _____ der Flussaue:



Die _____

Die _____ sind für den Menschen in vielerlei Hinsicht von großem Nutzen. So liefern sie - wichtig für alle Pfadfinder - hervorragendes _____. Aus ihrer _____ hat man schon 400 v.Chr. ein _____ gewonnen, das unter dem Namen „_____“ heute jedes Kind kennt. Und weil ihre Äste so besonders biegsam sind, hat man aus ihnen _____ und ähnliches geflochten.



Die _____

Die _____ ist ein weiterer ganz typischer Baum der Flussaue. Hier zu überleben gelingt ihr aber nur, weil sie den regelmäßigen _____ gut standhalten kann. Wohl auch deshalb ist das _____ der _____ im Wasser ganz besonders lange _____. Auch dies hat sich der Mensch zu Nutze gemacht und verwendet es z.B. für den Bau von _____ - oder _____!

Einordnung: _____ - _____ - _____

weitere _____ der Flussaue:



Der _____

Die _____, die meist mit ___ oder ___ Punkten vorkommen, genießen wie kaum ein anderes Insekt als „Glückskäfer“ den besonderen Schutz des Menschen. Aber auch der biologische Nutzeffekt dieser Käfer für uns Menschen ist erheblich. Sowohl die fertigen Käfer als auch schon ihre _____ erbeuten bevorzugt _____ oder andere für uns unerwünschte _____!



Die _____

Dass die _____ vor allem am _____ vorkommen weiß wohl jeder seit seinen ersten „juckenden Ufererlebnissen!“ In ruhigen _____ eines Flusses können sich die Eier zu _____ entwickeln. Die _____ - übrigens wollen nur die _____ unser Blut - finden uns durch unseren _____. Also hilft nur gründlich waschen und lange Kleidung bei der nächsten Klassenparty!

Einordnung: _____ - _____ - _____

weitere _____ der Flussaue:



Die _____

Die _____ ist leider selten geworden. Sie nistet in alten _____, _____ oder Scheunen. Doch versperrt hier der Mensch meist alle Einflugslöcher zum Schutz vor den lästigen _____.! Dabei würden die _____ und sehr nützen: durch ihre _____ Jagdflüge wäre ein Getreidespeicher schnell frei von _____!



Das _____

Von den vielen _____ einer Flussaue ist das _____ ein treuer Vertreter vor allem in ruhigeren _____. Doch ausgerechnet in der Brutzeit von _____ stören wir Menschen die _____ erheblich. Schon der Lärm beim Baden oder Schlauchbootfahren vertreibt die Vögel nicht selten von ihren _____. Erst recht, wenn wir die schützenden _____ auch noch betreten!

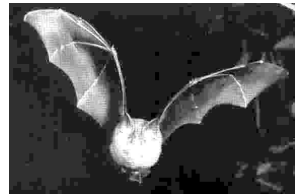
Einordnung: _____ - _____ - _____

weitere _____ der Flussaue:



Die _____

Die _____, die ursprünglich bei uns nicht vorkam, wurde um 1900 wegen der Pelzindustrie aus _____ eingeführt. Ihr _____ wird zu Mänteln, Pelzkrägen oder auch zu Handschuhen verarbeitet. Sie haben sich so rasch vermehrt, dass sie heute _____ werden. Auch untergraben sie die _____ durch ihre weiten _____, sodass Landwirte in den angrenzenden Feldern oft mit ihren Traktoren einbrechen!



Die _____

Als Vampir ist sie uns aus vielen Filmen bekannt. Aber nicht eine der bei uns noch lebenden Arten will unser _____. Vielmehr haben wir sie an den Rand des _____ gebracht. _____ ernähren sich von _____, die sie übrigens mit einem _____-Echolot erkennen. Dasselbe Prinzip verwenden wir Menschen in der Seefahrt zum Abtasten des _____.

Einordnung: _____ - _____ - _____

weitere _____ der Flussaue:

b) ökologischer Kontext:**Tiere und Pflanzen der Flussaue**

1. Suche die Station mit dem Tier oder der Pflanze auf dem Bild! Betrachte genau!
2. Notiere dir den Namen und ergänze die Lücken im Text!
3. Ordne die Tiere / Pflanzen derselben Seite an der Einordnungshilfe durch übergeordnete Gruppen systematisch ein!
4. Notiere die übrigen Vertreter dieser Großgruppe, die auch in der Flussaue vorkommen!



Die _____

Die _____ bildet ein besonderes _____ aus, das verhindert, dass Uferböschungen leicht _____! Außerdem ernähren sich die _____ vieler wunderschöner Schmetterlinge von _____! Der brennende Schmerz beim Berühren geht hauptsächlich auf _____ zurück, die sich in speziellen _____ befindet.



Das _____

Das _____ ist ein sog. _____. Es blüht bereits bevor die Bäume ihre _____. So bekommen die Blüten auch im dichten Auwald noch genügend _____. Aufgrund ihres überreichen Pollenangebotes bezeichnet man sie auch als „_____“. Sie ist eine wichtige Nahrungsquelle für _____.

Einordnung: _____ - _____ - _____

weitere _____ der Flussaue:



Die _____

Die _____ blüht als eines der ersten _____ und ist deshalb im Frühjahr eine wichtige Nahrungsquelle für _____. _____ besitzen besonders _____. Bei Überschwemmungen brechen diese unter dem Druck _____ nicht ab, sondern können drohende _____ abbremsen.



Die _____

_____ leben in einer tollen Partnerschaft mit speziellen _____. Diese _____ sitzen an den _____ der Bäume und stellen aus Luft _____ für die _____ her!

_____ kommen vor allem an Graben-, Bach- oder Flussrändern vor. Dort festigen sie durch ihre _____ die _____.

Einordnung: _____ - _____ - _____

weitere _____ der Flussaue:



Der _____

Diese Käfer untergraben kleinere _____ bis sie in der Nadelstreu des Waldbodens versunken sind. Daraus formen sie eine _____, die als Nahrung für die jungen _____ dient. Beim Fressen werden die Larven von _____ betreut, ein unter den Käfern einmaliger Fall von _____.

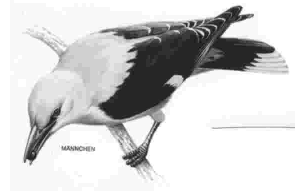


Die _____

Die Larven der _____ ernähren sich von den Blättern der _____. Fraßtrupps von 30 - 50 Larven ziehen dazu die Blätter eines größeren Bereiches mit _____ zusammen. Geschützt gegen _____ und _____ fressen sie im Inneren dieser _____ eine vier Meter hohe _____ in oft nur zwei Wochen kahl!

Einordnung: _____ - _____ - _____

weitere _____ der Flussaue:



Der _____

Für den _____ ist es wichtig, dass im Auwald auch _____ liegenbleiben. Denn nur in _____ leben viele der _____, die auf dem Speisezettel des _____ stehen. Nach einer Reihe _____ und _____ Sommer geht sein Bestand leider meist zurück, da er dieses Klima nicht mag.



Der _____

Der _____ überwintert in _____ und verbringt nur den Sommer bei uns. Er ernährt sich von Amphibien, _____, _____ oder Insekten. Diese findet er vor allem auf den feuchten _____ einer Aue. Leider legt der Mensch immer mehr dieser Flächen trocken um sie _____ zu nutzen. So findet der _____ nur noch wenig Nahrung für sich und seine Jungen und wird immer seltener.

Einordnung: _____ - _____ - _____

weitere _____ der Flussaue:



Die _____

Die _____ war bei uns eigentlich _____. Nachdem sie aus _____ eingeschleppt wurde, konnte sie sich jedoch rasch vermehren, weil sie bei uns nur wenig _____ besitzt. Alle _____ in _____ gehen auf 5(!) Tiere zurück, die 1905 in der _____ ausgesetzt wurden.



Der _____

Es gibt kein Tier, das so massiv in das Zusammenleben in einer Flussaue eingreift wie der _____. Überall dort, wo der _____ keine Möglichkeit zum _____ und _____ bietet hilft der _____ nach. Er fällt Weiden, Pappeln und Erlen und errichtet _____. Aus dem ursprünglichen Bach oder Fluss wird ein _____, der mehrere Quadratkilometer groß sein kann.

Einordnung: _____ - _____ - _____

weitere _____ der Flussaue:

c) morphologisch:**Tiere und Pflanzen der Flussaue**

1. Suche die Station mit dem Tier oder der Pflanze auf dem Bild! Betrachte genau!
2. Notiere dir den Namen und ergänze die Lücken im Text!
3. Ordne die Tiere / Pflanzen derselben Seite an der Einordnungshilfe durch übergeordnete Gruppen systematisch ein!
4. Notiere die übrigen Vertreter dieser Großgruppe, die auch in der Flussaue vorkommen!



Das _____

Das _____ produziert viele _____. An einer einzigen Pflanze konnte man schon 4288 davon zählen! Berührt man die reifen _____, so platzen sie _____ auf und schleudern die Samen bis zu _____ weit weg. Die Samen könne natürlich auch ins Wasser geschleudert werden, aber selbst ein _____ Aufenthalt im Wasser schadet den Samen nicht.



Die _____

Die _____ wird oftmals mit der Brennessel verwechselt. Sie hat jedoch, wie der Name schon sagt, keine _____ und ist mit der Brennessel auch nicht verwandt. Die gestielten Blätter sind am Rand deutlich „_____“. Die Taubnessel zählt zu den _____, weil ihre Blüte zwei deutliche Teile besitzt, die man als _____ - und _____ bezeichnet.

Einordnung: _____ - _____ - _____

weitere _____ der Flussaue:



Die _____

Die _____ der Flussauen sind durch ihre _____ Blätter und _____ Äste besonders gut an Überschwemmungen angepasst. Wird der Druck der Fluten zu groß, besitzt die _____ z.B. spezielle Stellen, an denen ihre Äste brechen sollen, damit nicht der _____ entwurzelt wird. Werden die abgebrochenen Teile wieder _____, wachsen aus ihnen schnell wieder neue _____.



Die _____

Die eigentlich _____, _____ Rinde der _____ zerspringt später in eine schwarze Borke, daher der Name. Die _____ findet sich generell an Graben-, Bach- und Flussrändern. Da ihre Äste aber eine besonders hohe _____ aufweisen, sind _____ Spezialisten für Überschwemmungen mit _____ Strömung. Man trifft sie daher häufig in den Flussauen von _____!

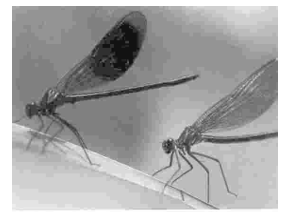
Einordnung: _____ - _____ - _____

weitere _____ der Flussaue:



Der _____

Der _____ ist ein typischer Auenbewohner. Durch seine _____ Färbung ist er am kiesigen Ufersaum bestens getarnt. Vor allem im Sand und Geröll des _____ geht er deshalb auf _____. Bei Störungen fliegt er _____ weit, bei Hochwasser oder auf der Suche nach einem _____ kann der aber auch weitere Flugdistanzen zurücklegen.

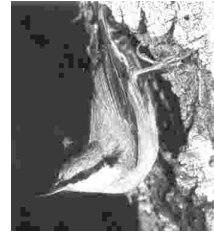


Die _____

An sauberen Flüssen lebt die gebänderte _____. Sie wird etwa _____ lang und besitzt dabei eine _____ von 7 cm! Die Färbung des schlanken Körpers variiert in _____ glänzendem Blau oder Grün. Vorder- und Hinterflügel sind _____ gestaltet und in Ruhe zusammengefaltet. Das prächtige Flügelband ist kennzeichnend für die _____.

Einordnung: _____ - _____ - _____

weitere _____ der Flussaue:



Der _____

Typisch für den _____ ist die Fähigkeit, auch mit dem Kopf voran _____ oder an der Unterseite waagrechtter Äste zu klettern! Die Füße des Kleibers sind mit ihren extrem langen _____ an diese kletternde Lebensweise hervorragend angepasst. Zum Nisten sucht sich dieser Vogel verlassene _____, deren Eingang er mit _____ auf seine kleinere _____ zuklebt. (Name!)



Der _____

Der _____ ist der größte Vertreter dieser Vogelfamilie in Europa. Etwa so groß wie eine _____ ist er eine imposante Erscheinung im Wald. Auffällig ist die _____ Kopfplatte. Der _____ ernährt sich von _____, sein Lieblingssessen sind _____ und ihre Larven. Mit seinem Schnabel zimmert er _____ in morsche Bäume. Er ist einer der wichtigsten Höhlenbauer in unseren Wäldern.

Einordnung: _____ - _____ - _____

weitere _____ der Flussaue:



Die _____

Bei der _____ ist der Name irreführend, ist sie doch die größte heimische _____!

Ursprünglich kam die _____ bei uns nicht vor, sondern wurde um 1900 aus _____ eingeschleppt. Ihre Hinterfüße sind passend für ihr Leben im _____ mit _____ versehen. Auch durch ihren _____ Schwanz ist sie ein sehr guter Schwimmer und Taucher.



Der _____

Der _____ ist perfekt an sein _____ Leben angepasst. Mit seinen Vorderfüßen, die als mächtige _____ mit langen _____ ausgebildet sind, verrichtet er seine Grabarbeiten. Wird der _____ von einem Hochwasser überrascht, ist er übrigens ein _____ Schwimmer und sein Fell lässt mit 200 Haaren pro mm² das Wasser einfach _____.

Einordnung: _____ - _____ - _____

weitere _____ der Flussaue:

Anhang 9: Fragebögen zur Untersuchung der Vergleichbarkeit (HU Teil 1/2)

a) Interesse an Arten und Formen

Hauptuntersuchung	
Vorname: _____	Geburtsdatum: _____
Klasse: 6 _____ ()	

Würdest Du gern mehr darüber wissen, ...

	gar gern	nicht gern	gern	sehr gern
wie die Blüte der Taubnessel aufgebaut ist?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
woher das Springkraut eigentlich stammt?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
wann das Buschwindröschen blüht?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
zu welcher Pflanzenfamilie der Salbei zählt?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ob der Kirschbaum im Garten mit der Traubenkirsche verwandt ist?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
wie man die Winterlinde von der Sommerlinde unterscheidet?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ob die Fledermaus mit Mäusen, Maulwürfen oder Vögeln verwandt ist?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
wie eine Bisamratte lebt?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
wann das Eichhörnchen Junge bekommt?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
was der Biber im Winter frisst?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
wie die Fledermausarten aussehen, die bei uns heimisch sind?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
welche Nahrung der Pirol bevorzugt?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
wozu der Specht einen langen meißelförmigen Schnabel hat?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ob der Kiebitz zu den Singvögeln zählt?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
worin sich der Buntspecht vom Schwarzspecht unterscheidet?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ob der Wasserläufer zu den Insekten zählt?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
an welchen Merkmalen Du einen Laufkäfer erkennst?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Würdest Du gern ...

	gar gern	nicht gern	gern	sehr gern
mit einem Blumenbuch die Blumen an der Alz bestimmen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
eine Sammlung mit gepressten Pflanzen anlegen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
die unterschiedlichen Weidenarten an der Alz kennenlernen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
untersuchen, wie die Blätter und Früchte der Salweide aussehen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
die Namen der Laubbäume kennen, die typisch für einen Auwald sind?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
unsere Laub- und Nadelgehölze im Unterricht behandeln?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
den Zilp-Zalp am Gesang erkennen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
die Singvögel Deiner Umgebung im Unterricht kennenlernen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
mit einem Insektenbuch die Insekten an der Alz bestimmen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
an der Alz nach Libellenlarven suchen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
im Unterricht alle Tiergruppen kennenlernen, die zu den Insekten zählen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
herausfinden, ob die Spinnen auch zu den Insekten gehören?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

b) Ökologische Handlungsbereitschaft

Was ist Deine Meinung zu folgenden Aussagen?

1 = trifft überhaupt nicht zu

2 = trifft kaum zu

3 = trifft wahrscheinlich zu

4 = trifft völlig zu

	1	2	3	4
Es ist gut, wenn solche Pflanzen aussterben, die dem Menschen nichts nützen!	0	0	0	0
Ein interessierter Wanderer darf auch mal geschützte Pflanzen ausreißen.	0	0	0	0
Naturschutzgebiete, die der Mensch nicht betreten darf, haben keinen Sinn.	0	0	0	0
Für einen schönen Garten muß man das Unkraut auch mit Gift bekämpfen.	0	0	0	0
Schilf um Badeseen sollte entfernt werden.	0	0	0	0
Die Zerstörung unserer Umwelt kann man nicht aufhalten.	0	0	0	0
Mülltrennung ist ein unnützer Zeitaufwand.	0	0	0	0
Man sollte unbedingt verhindern, dass sich Schlingpflanzen in Badeseen ansiedeln.	0	0	0	0
Kreuzottern sind giftig, man sollte sie totschiessen.	0	0	0	0
Ich finde es falsch, wenn an schönen Seen nur wegen ein paar seltenen Tieren oder Pflanzen das Baden verboten wird.	0	0	0	0
Die Nutzung der Natur für Freizeit und Erholung ist wichtiger als der Schutz seltener Pflanzen und Tiere.	0	0	0	0
Es ist gut, dass es nicht mehr soviel Unkraut gibt wie früher.	0	0	0	0
Wenn der Bau einer Autobahn wichtig ist, sollten dafür Wald und Wiesen geopfert werden.	0	0	0	0
Naturschutzgebiete sollten nur in Gegenden angelegt werden, die für die Landwirtschaft unbrauchbar sind.	0	0	0	0

Was ist Deine Meinung zu folgenden Aussagen?

1 = trifft überhaupt nicht zu

2 = trifft kaum zu

3 = trifft wahrscheinlich zu

4 = trifft völlig zu

	1	2	3	4
Wenn wir an unserer Schule Tiere hätten, würde ich die Pause opfern, um sie zu versorgen.	0	0	0	0
Eier von freilaufenden Hühnern würde ich auch dann kaufen, wenn diese mehr kosten als die aus einer Legebatterie.	0	0	0	0
Auch giftige Pilze sollte man beim Spaziergehen nicht zertreten.	0	0	0	0
Ich wäre bereit, Schulpflanzen über die Ferien mit nach Hause zu nehmen und bei mir zu versorgen.	0	0	0	0
Um den Müll zu trennen, würde ich auch nach Schulschluss noch dableiben.	0	0	0	0
Ich würde gern einen Gartenteich anlegen, damit dort Pflanzen und Tiere leben könnten.	0	0	0	0
Um Müll aus einem Weiher zu beseitigen, würde ich auch einen Teil meiner Freizeit opfern.	0	0	0	0
Um Schäden in der Natur zu beseitigen, würde ich sogar einen Teil meines Taschengeldes opfern.	0	0	0	0
Ich würde gern ein Referat über eine bedrohte Tierart halten.	0	0	0	0
Ich würde gern in meiner Freizeit Nistkästen für Vögel bauen.	0	0	0	0
Wenn es an unserer Schule eine Umweltschutzgruppe gäbe, würde ich auch nachmittags zur Schule kommen.	0	0	0	0
Ich würde gern in den Ferien bei der Pflege von Naturschutzgebieten helfen.	0	0	0	0
Ich wäre lieber Mitglied in einem Naturschutzverein als im Sportverein.	0	0	0	0

c) Interesse / Schwierigkeitsgrad - Biologie

Wie groß ist dein Interesse an folgenden Fächern?

Mein Interesse daran ist ...	sehr gering	gering	groß	sehr groß
1. Deutsch	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Englisch	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Mathematik	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Biologie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Erdkunde	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Religion	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Musik	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Kunst	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Sport	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Wie schwierig findest Du folgende Fächer?

	sehr leicht	leicht	schwierig	sehr schwierig
1. Deutsch	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Englisch	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Mathematik	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Biologie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Erdkunde	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Religion	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Musik	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Kunst	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Sport	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Anhang 10: Test zur Ermittlung des formenkundlichen Wissens (HU 1/2)
z.B. Blatt 1 für lebensweltlichen Kontext (weiter vgl. oben!)

Vorname: _____

Geburtsdatum: _____

Klasse: _____

Tagesdatum: _____

1. Trage den zum jeweiligen Bild gehörenden Namen ein!

2. Versuche die Lücken im Text zu ergänzen!



Name: _____

Die _____ findet sich entlang der _____ einer Flussaue. Neben den rötlichen Blüten, die bereits im März erscheinen, fallen die riesigen _____ auf. Mit einem Durchmesser von bis zu 60 cm wurden sie früher sogar als _____ bei der Ernte verwendet! Ihr Name weist auch noch darauf hin, dass sie im _____ bei der Behandlung der _____ verwendet wurde.



Name: _____

Der _____ ist eines der wichtigen _____, die wir im Auwald finden. Man führt den Namen der Pflanze auf die frühere Verwendung bei _____ („beinwohl“) zurück. Aber auch bei _____, _____ und Bronchitis wird die Pflanze aufgrund ihrer besonderen _____ erfolgreich angewendet.

3. Ordne die beiden Formen dieser Seite durch drei übergeordnete Gruppen systematisch ein!

_____ - _____ - _____

4. Nenne vier weitere Vertreter dieser Großgruppe, die auch im Auwald vorkommen:

Anhang 11: Musterlösung zum Wissenstest (HU 1/2)

z.B. Blatt 1 für lebensweltlichen Kontext (weiter analog oben!)

1. Trage den zum jeweiligen Bild gehörenden Namen ein!

2. Versuche die Lücken im Text zu ergänzen!



Name: Pestwurz

Die Pestwurz findet sich entlang der Kiesbänke einer Flussaue. Neben den rötlichen Blüten, die bereits im März erscheinen, fallen die riesigen Blätter auf. Mit einem Durchmesser von bis zu 60 cm wurden sie früher sogar als Sonnenhüte bei der Ernte verwendet! Ihr Name weist auch noch darauf hin, dass sie im Mittelalter bei der Behandlung der Pest verwendet wurde.



Name: Beinwell

Der Beinwell ist eines der wichtigen Heilkräuter, die wir im Auwald finden. Man führt den Namen der Pflanze auf die frühere Verwendung bei Knochenbrüchen („beinwohl“) zurück. Aber auch bei Magenbeschwerden, Grippe und Bronchitis wird die Pflanze aufgrund ihrer besonderen Inhaltsstoffe erfolgreich angewendet.

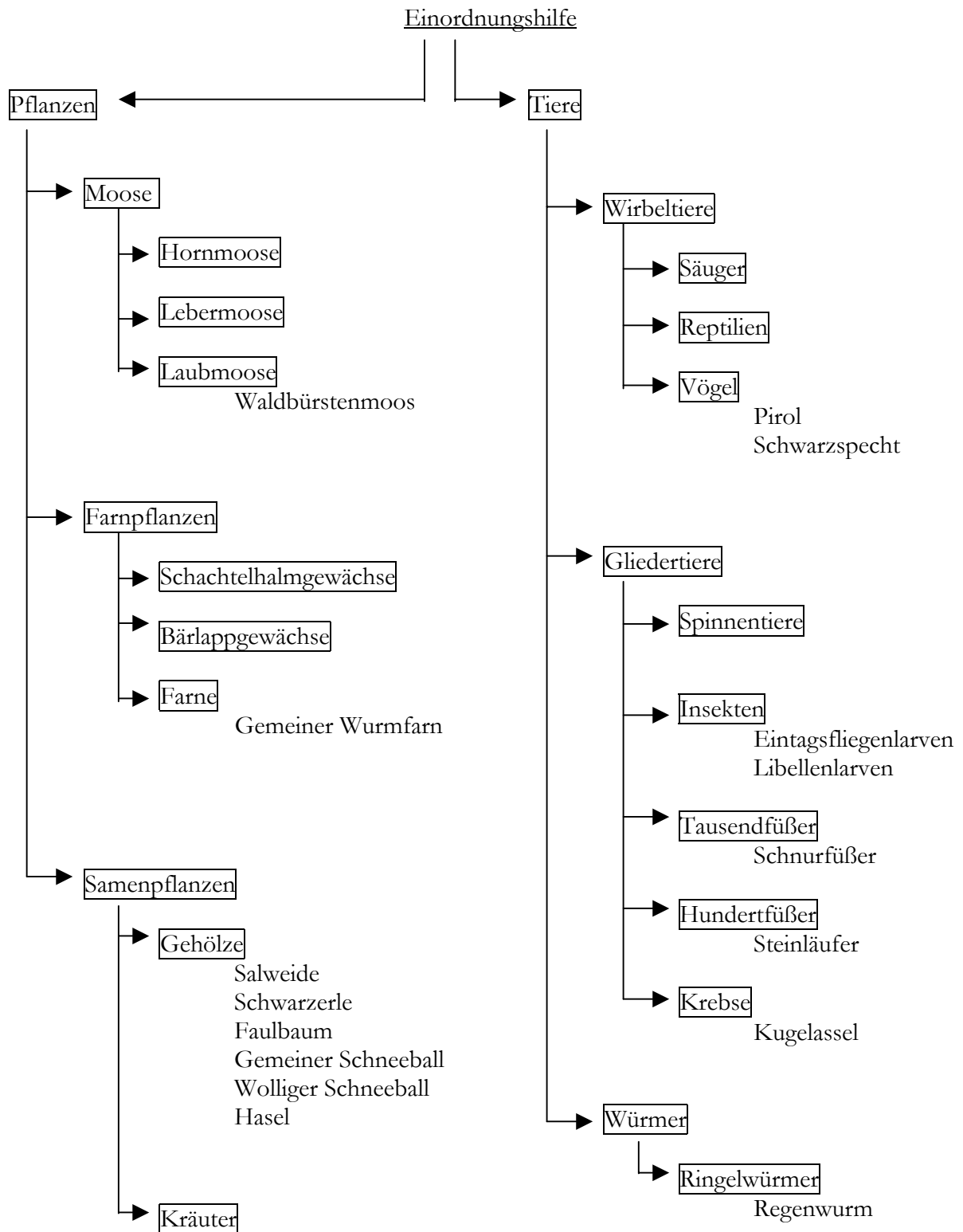
3. Ordne die beiden Formen dieser Seite durch drei übergeordnete Gruppen systematisch ein!

Kräuter (krautige Pflanzen) - Samenpflanzen – Pflanzen

4. Nenne vier weitere Vertreter dieser Großgruppe, die auch in der Flussaue vorkommen:

Brennessel, Buschwindröschen, Drüsiges Springkraut, Weiße Taubnessel

Anhang 12: Einordnungshilfe (HU Teil 3)



Anhang 13: Informationstafeln (HU Teil 3)**a) lebensweltlich-ökologischer Gesamtkontext:****SCHWARZERLE**

Das Holz der Schwarzerle wird gern zum Bau von Schiffs- und Badestegen verwendet, weil es in Wasser äußerst beständig ist. Zudem ist es aber auch besonders weich und wird daher zu Bleistiften verarbeitet oder zum Schnitzen gebraucht.

Die männlichen Blütenstände der Schwarzerle bilden herabhängende Kätzchen, die weiblichen kleine rundliche gespreizte dunkle Zapfen. Die Schwarzerle zählt zur Familie der Birkengewächse.

SALWEIDE

Die männlichen Zweige dieser zweihäusigen Pflanze (d.h. männliche und weibliche Blütenstände finden sich nicht auf derselben Pflanze!) sind zur Osterzeit als „Palmkätzchen“ ein beliebter Schmuck. Vor allem für die Pfadfinder ist es sicher interessant, dass das rötliche Holz der Salweide hervorragendes Brennholz gibt.

Die Salweide zählt zur Familie der Weidengewächse und ist mit den Pappeln verwandt. Sie steht unter Schutz.

FAULBAUM

Die Blüten des Faulbaumes bieten Nektar für verschiedene Insekten und die Früchte sind beliebtes Futter für Vögel, die den Faulbaum dadurch verbreiten. Die Farbe der Früchte wechselt von grün über rot nach schwarz. Da seine Holzkohle früher zur Schießpulverherstellung verwendet wurde trägt der Faulbaum auch den Beinamen „Pulverbaum“.

Am 1,5 bis 3 Meter hohen Strauch, der zur Familie der Kreuzdorngewächse gehört, sind übrigens alle Pflanzenteile giftig!

GEMEINER SCHNEEBALL

Der Gemeine, in der Natur vorkommende Schneeball hat große scheibenförmige, creme-weiße Blüten, wobei die Randblüten deutlich größer sind als die inneren. Kugelförmige Blüten (Name!) hat nur eine spezielle Zuchtform, die häufig als Zierstrauch in Gärten oder Parkanlagen zu finden ist. Da die Früchte von Vögeln verschmäht werden, sind sie auch im Winter am Strauch. Zur Verbreitung lockt der Gemeine Schneeball Ameisen durch Nektardrüsen in den Blattstielen an.

Der Strauch ist verwandt mit Holunder und Heckenkirsche und gehört zur Familie der Geißblattgewächse.

WOLLIGER SCHNEEBALL

Die biegsamen Zweige des Wolligen Schneeballs wurden früher zu Korngarben verarbeitet. Der Strauch ist verwandt mit Holunder und Heckenkirsche. Die Früchte sind zwar schwach giftig und verursachen beim Menschen Magen-Darmbeschwerden, sind aber eine wichtige Nahrung für Vögel, die die Pflanze verbreiten.

Die Blätter sind unterseits grau-filzig behaart, daher der Name. Der Wollige Schneeball gehört zur Familie der Geißblattgewächse.

HASEL

Der Haselstrauch ist eine gute Bienenweide. Die Blüten, die bereits im Februar blühen werden aber dennoch durch den Wind bestäubt. Die Haselnüsse, die aus den weiblichen Blüten entstehen, enthalten 60% Fett und 20% Eiweiß! Sie sind nicht nur eine wichtige Nahrung für Eichhörnchen sondern auch begehrte Zutaten von Backwaren.

Der bis zu 6 m hohe Strauch ist mit der Hainbuche verwandt und zählt zur Familie der Haselnussgewächse.

WALDBÜRSTENMOOS

Das Waldbürstenmoos dient als Wasserspeicher des Waldes und nimmt Wasser über die Blätter auf. Es kann das 20 -fache seines Gewichtes an Wasser speichern und pflanzt sich durch Sporen fort.

Es bildet die typischen Moospolster aus Blattsternchen und wird auch als Haarmützenmoos und Frauenhaarmoos bezeichnet. Moose gehören zusammen mit den Bärlappen, Schachtelhalmen und Farnen zu den sog. Sporenpflanzen.

WURMFARN

Baumartige Farne bildeten im Erdaltertum (Karbonzeit, vor 300 Mill. Jahren) riesige Farnwälder aus denen später die Steinkohle entstanden ist. Der in der Erde befindliche Teil der Pflanze wird Rhizom genannt und enthält Inhaltsstoffe, die früher zur Bekämpfung von Bandwürmern verwendet wurden.

Die Blätter des Farns sind im Frühjahr an der Spitze wie ein Bischofsstab eingerollt. Er gehört zur Familie der Schildfarngewächse. Farne haben keine Blüten, sie pflanzen sich durch Sporen fort.

STEINLÄUFER

Die Bisse mancher Arten im Mittelmeerraum sind für den Menschen schmerzhaft und mit einem Bienenstich vergleichbar. Generell sind Steinläufer schnelle Jäger. Sie leben in der Streuschicht des Waldes und haben als Zerkleinerer eine wichtige Position im Stoffkreislauf des Waldes!

Obwohl er es mit einem Beinpaar pro Segment auf nur 15 Beinpaare bringt, wird er zur Gruppe der „Hundertfüßer“ gerechnet.

KUGELASSEL

Bei Gefahr rollt sich die Kugelassel zu einer schützenden Kugel zusammen und nutzt ihren Panzer wie eine Ritterrüstung. Obwohl sie als Assel eng mit Flusskrebse, Hummer oder Krabben verwandt ist, ist sie hervorragend an das Leben an Land angepasst: Das Einkugeln verringert z.B. die Transpiration.

Mit sieben Beinpaaren und zwei langen gegliederten Fühlern ernährt sich die Kugelassel von abgestorbenen Blättern, Pilzfäden oder toten Artgenossen.

SCHNURFÜßER

Dadurch dass sich der Schnurfüßer von Erdteilchen und moderndem Laub oder Holz ernährt durchlüftet er den Boden! Damit nicht genug: durch die ausgeschiedenen Huminstoffe reichert er den Boden auch noch mit Humus an. Bei der Verdauung der Holzpartikel helfen ihm Bakterien im Darm.

Der Schnurfüßer besitzt zwei Beinpaare pro Segment und zählt damit zur Ordnung der Doppelfüßer (Diplopoda). Insgesamt hat er damit immerhin etwa 300 aber nicht 1000 Füße!

PIROL

Den Pirol findet man vor allem im Kronendach der Auwälder, denn für seine Leibspeise, die Insekten, ist vor allem ausreichend totes Holz als Lebensgrundlage von Nöten. Leider fallen Jungvögel oft aus dem Nest, das sich in hochgelegenen Astgabeln befindet. Solltest du einen finden, nimm ihn aber nicht mit nach Hause, sondern setz ihn an einem geschützten Ort ab!

Amselgroß mit flötendem Ruf, die Männchen leuchtend gelb, die Weibchen grünlich ist der Pirol ein spät heimkehrender Zugvogel.

SCHWARZSPECHT

Die „Zimmerleute des Waldes“ werden die Spechte gern genannt, von denen man das Schwarzspecht - Männchen an seiner roten Kappe am Kopf erkennt. Sie zimmern große Höhlen zum Nisten oder Schlafen, die, wenn sie verlassen sind, auch vielen anderen Vögeln des Waldes ja sogar Fledermäusen oder Siebenschläfern als Zuhause dienen!

Mit seinem langen Schnabel trommelt der größte Specht Europas gern gegen dürre Äste und frisst holzbewohnende Kleintiere und Insekten.

EINTAGSFLIEGENLARVEN

Die Larven der Eintagsfliegen, die auch Nymphen genannt werden, sind eine besonders wichtige Nahrung für Fische. Die Larven finden sich unter Steinen in fließenden Gewässern, wo sie sich vom Algenbelag ernähren und durch sog. Tracheenkiemen atmen können.

Das fertige Vollinsekt, die Eintagsfliege, besitzt große netzartig gemusterte Flügel und verkümmerte Mundwerkzeuge. Es lebt an Land, nimmt keine Nahrung zu sich und lebt nur 1-3 Tage (Name!).

LIBELLENLARVEN

Auch Libellenlarven, die sich räuberisch von verschiedenen Kleintieren ernähren, besitzen eine wichtige Rolle in der Nahrungskette ihres aquatischen Lebensraums. Während die fertigen Großlibellen in der Luft beweglich sind wie Hubschrauber, kommen die Larven durch das Ausstoßen von Wasser voran, das sie vorher in den Hinterleib einsaugen.

Man unterscheidet Libellenlarven in Großlibellenlarven, die etwa 4 cm lang und relativ breit sind, und Kleinlibellenlarven, die nur bis zu 3 cm lang und schlanker sind.

b) systematisch-morphologischer Gesamtkontext:**SCHWARZERLE**

Die grün-braune Rinde dieses Baumes zerspringt später in eine schwarze Borke (Name!). Das bei frischen Baumstümpfen orange-rote Holz ist besonders weich und in Wasser äußerst beständig. Die Schwarzerle ist an ihren kleinen rundlichen Zapfen und ihren kahlen, rundlichen Blättern erkennbar.

Die Schwarzerle bevorzugt nasse Standorte und befestigt mit ihren Wurzeln die Ufer von Bächen und Flüssen. Sie zählt zur Familie der Birkengewächse.

SALWEIDE

Die männlichen Blütenstände dieser zweihäusigen Pflanze (d.h. männliche und weibliche Blütenstände finden sich nicht auf derselben Pflanze!) sind anfangs silbergrau filzig und fellartig behaart, später erscheinen sie durch die Staubblätter gelb. Die weiblichen Blütenstände sind grün. Der 3 – 10 m hohe Baum besitzt ein rötliches Holz.

Da die Salweide im Frühjahr eine wichtige Futterpflanze für die Bienen ist, steht sie unter Schutz. Sie bietet Pollen und zuckerreichen Nektar.

FAULBAUM

Die Blüten des Faulbaumes sind klein und unscheinbar. Aus ihnen bilden sich Früchte, deren Farbe von grün über rot nach schwarz wechselt. Der zur Familie der Kreudorngewächse gehörende 1,5 – 3 m hohe Strauch trägt auch den Beinamen „Pulverbaum“.

Aus den abführenden Inhaltsstoffen der Rinde lassen sich Abführtees bereiten, zudem sind alle Pflanzenteile des Faulbaumes giftig!

GEMEINER SCHNEEBALL

Die Blätter des Gemeinen Schneeballs sind dreilappig, bis zu 8 cm groß, unregelmäßig gezähnt und unterseits flaumig behaart. Die Blütenstände bilden weiße bis zu 10 cm breite Scheiben. Dabei sind die Randblüten deutlich größer als die inneren aber steril! Sie dienen nur zum Anlocken von Insekten die den Gemeinen Schneeball verbreiten.

Aus den Stock- und Stammschösslingen dieses zur Familie der Geißblattgewächse gehörenden Strauches lassen sich übrigens Pfeifenrohre und Spazierstöcke fertigen! Bestimmte Zuchtformen haben schneeballartige Blütenstände (Name!).

WOLLIGER SCHNEEBALL

Der Wollige Schneeball gehört wie der Gemeine Schneeball zur Familie der Geißblattgewächse und ist damit verwandt mit Holunder und Heckenkirsche. Er wird etwa 3 m hoch und seine Blüten sind im Gegensatz zum Gemeinen Schneeball alle gleich groß. Die anfangs grünen, dann roten und schließlich schwarzen Früchte werden durch Vögel verbreitet.

Die Blüten des Wolligen Schneeballs liefern auch reichlich Pollen für Bienen, Fliegen und Käfer. Seine Blätter sind unten dicht wollig behaart (Name!).

HASEL

Bei der Hasel sind die männlichen und weiblichen Blüten getrennt, jedoch auf einem Strauch zu finden („einhäusig“). Die Blüte ist bereits im Februar. Aus den weiblichen Blüten, die rote Narben besitzen, bilden sich die Haselnüsse, die ein grüner Blattbecher umfasst.

Der Strauch zählt zur Familie der Haselnussgewächse und seine biegsamen Äste werden gerne zu Flechtwaren wie Reusen oder Zäune verarbeitet.

WALDBÜRSTENMOOS

Da echte Wurzeln fehlen nimmt das Waldbürstenmoos Wasser über die Blätter auf! Es pflanzt sich durch Sporen fort, die in einer der grünen Moospflanze aufsitzenden lang gestielten Kapsel gebildet werden.

Das Moos, das das 20 – fache seines Gewichts an Wasser speichern kann, wird auch als Haarmützenmoos und Frauenhaarmoos bezeichnet.

WURMFARN

Farne gehören zusammen mit Moosen, Bärlappen und Schachtelhalmen zu den sog. Sporenpflanzen. Farne bildeten im Erdaltertum (Karbonzeit) riesige Farnwälder. Der in der Erde befindliche Teil der Pflanze wird Rhizom genannt und die Blätter des Wurmfarns werden bis zu 1,20 m lang! In jungem Zustand sind sie an der Spitze bischofsstabartig eingerollt.

Der Wurmfarn wurde früher zur Behandlung gegen Bandwürmer (Name!) eingesetzt und gehört zur Familie der Schildfarngewächse.

STEINLÄUFER

Der schnelle Jäger kann Gift aus Drüsen, die sich auf seinen großen Kiefernzangen befinden, absondern. Er ist etwa 4 cm lang, in Segmente gegliedert und besitzt ein Beinpaar pro Segment. Der Steinläufer lebt in der Streuschicht des Waldbodens. Er gehört zum Stamm der Gliederfüßer und ist mit Insekten, Spinnen und Krebsen verwandt.

Da er extrem lichtscheu ist, findest du diesen „Hundertfüßer“ häufig, wenn du Steine umdrehst. Er besitzt tatsächlich aber nur 15 Beinpaare!

KUGELASSEL

Die Kugelassel kann sich bei Gefahr zu einer erbsengroßen Kugel (Name!) zusammenrollen, in der dann Beine und Fühler verborgen sind. Das 1 cm lange Tier ist eng verwandt mit Flusskrebs, Hummer oder Krabben und gehört somit ebenfalls wie der Steinläufer zum Stamm der Gliederfüßer.

Lichtscheu ernährt sich die Kugelassel in dunklen, feuchten Verstecken von abgestorbenen Blättern, Pilzfäden oder toten Artgenossen.

SCHNURFÜßER

Die bis zu 6 cm langen, schnurartig (Name!) kreisrunden Schnurfüßer leben von Erdteilchen und moderndem Laub oder Holz. Mit zwei Beinpaaren pro Segment bringt er es insgesamt auf doch etwa 300 Beinpaare! Bei der Verdauung der Holzpartikel helfen ihm Bakterien im Darm.

Der Schnurfüßer unterstützt die wichtigen Abbauprozesse im Waldboden und zählt zur Ordnung der Doppelfüßer (Diplopoda).

PIROL

Die Männchen leuchtend gelb, amselgroß und mit flötendem Ruf findet man den Pirol vor allem im Kronendach der Auwälder. Die Weibchen sind grünlich und daher mit dem Grünspecht zu verwechseln. Der Pirol nistet in hochgelegenen Astgabeln.

Der Pirol ernährt sich hauptsächlich von Insekten, im Sommer auch von Früchten und ist ein spät heimkehrender Zugvogel.

SCHWARZSPECHT

Krähengroß erkennst du den größten Specht Europas auch an der roten Kappe am Kopf der Männchen. Mit dem meißelförmigen Schnabel zimmert er sich große Höhlen als Nist- oder Schlafplatz. Seine steifen Schwanzfedern dienen dabei als federnde Stütze am Baum.

In bis zu 1 m langen und 30 cm tiefen Schlitzern jagt der Schwarzspecht holzbewohnende Kleintiere und Insekten und liefert so einen unschätzbaren Betrag zur biologischen Schädlingsbekämpfung im Wald!

EINTAGSFLIEGENLARVEN

Die Larven der Eintagsfliegen werden auch Nymphen genannt: dies sind Jugendstadien von Insekten mit unvollkommener Verwandlung, die bereits Flügel angelegt haben. Die 6 – 12 mm langen Larven besitzen an beiden Seiten des Hinterleibs dünnhäutige Kiemenblättchen, sog. Tracheenkiemen, mit denen sie im Wasser atmen.

Das fertige Vollinsekt lebt an Land, meist in Gewässernähe und ist eine beliebte Beute für Fledermäuse. Die Eintagsfliegen treten oft massenhaft auf, leben aber nur wenige Tage (Name!) und nehmen dabei keine Nahrung auf!

LIBELLENLARVEN

Zum räuberischen Ergreifen ihrer Beute (verschiedene Kleintiere) dient bei Libellenlarven die zu einem Greifwerkzeug umgebildete Unterlippe („Fangmaske“), die blitzschnell vorgeschneit werden kann. Zum Atmen nehmen Libellenlarven Wasser in den Enddarm auf und stoßen es wieder aus. Bei Großlibellenlarven bewirkt ein schneller Wasserausstoß einen raketenartigen Antrieb.

Libellen gab es schon zur Steinkohlezeit (vor 350 Mill. Jahren) mit Flügelspannweiten von bis zu 70 cm! Ihre Larven werden grundsätzlich in Kleinlibellenlarven und Großlibellenlarven unterteilt.

Anhang 14: Arbeitsblätter (HU Teil 3) (ABBILDUNGEN AUS EISENREICH, 1991 U. BASP, 1993)

a) lebensweltlich-ökologischer Gesamtkontext:

Tiere und Pflanzen der Flussaue

1. Suche die Station mit dem Tier oder der Pflanze auf dem Bild! Betrachte genau!
2. Notiere dir den Namen und ergänze die Lücken im Text!
3. Ordne die Tiere / Pflanzen an der Einordnungshilfe durch drei übergeordnete Gruppen systematisch ein!



Die _____

Das Holz dieses Baumes wird gern zum Bau von _____ verwendet, weil es in Wasser _____ ist. Zudem ist es aber auch besonders _____ und wird daher zu Bleistiften verarbeitet oder zum Schnitzen gebraucht.

Die männlichen Blütenstände des Baumes bilden _____, die weiblichen kleine rundliche gespreizte dunkle Zapfen. Dieser Baum zählt zur Familie der Birkengewächse.

systematische Einordnung: _____ - _____ - _____



Die _____

Die männlichen Zweige dieser _____ Pflanze (d.h. männliche und weibliche Blütenstände finden sich nicht auf derselben Pflanze!) sind zur Osterzeit als „_____“ ein beliebter Schmuck. Vor allem für die Pfadfinder ist es sicher interessant, dass das _____ dieses Baumes hervorragendes Brennholz gibt.

Dieser Baum zählt zur Familie der _____ und ist mit den Pappeln verwandt. Er steht unter Schutz.

systematische Einordnung: _____ - _____ - _____



Der _____

Die Blüten des Baumes bieten Nektar für _____ und die Früchte sind beliebtes Futter für _____, die den Baum dadurch verbreiten. Die Farbe der Früchte wechselt von grün über rot nach schwarz. Da seine Holzkohle früher zur _____ verwendet wurde trägt der Baum auch den Beinamen „Pulverbaum“.

Am 1,5 bis 3 Meter hohen Strauch, der zur Familie der _____ gehört, sind übrigens alle Pflanzenteile giftig!

systematische Einordnung: _____ - _____ - _____

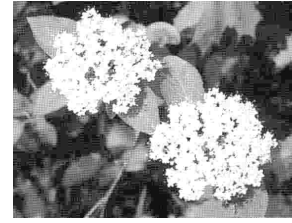


Der _____

Der in der Natur vorkommende Strauch hat große _____, creme-weiße Blüten. Eine spezielle Zierform mit kugelförmigen Blüten ist häufig als Zierstrauch in Gärten oder Parkanlagen zu finden. Da die Früchte von Vögeln _____ werden, sind sie auch im Winter am Strauch. Zur Verbreitung lockt die Pflanze _____ durch Nektardrüsen in den Blattstielen an.

Der Strauch ist verwandt mit Holunder und Heckenkirsche und gehört zur Familie der _____.

systematische Einordnung: _____ - _____ - _____



Der _____

Die _____ Zweige wurden früher zu Korngarben verarbeitet. Der Strauch ist verwandt mit Holunder und _____. Die Früchte sind zwar schwach giftig und verursachen beim Menschen _____, sind aber eine wichtige Nahrung für Vögel, die die Pflanze verbreiten.

Die Blätter sind unterseits _____ behaart, daher der Name. Der Strauch gehört zur Familie der Geißblattgewächse.

systematische Einordnung: _____ - _____ - _____

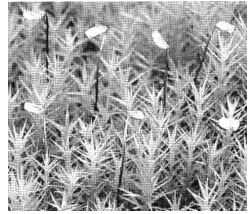


Die _____

Der Strauch ist eine gute _____. Die Blüten, die bereits im _____ blühen werden aber dennoch durch den Wind bestäubt. Die Nüsse, die aus den weiblichen Blüten entstehen, enthalten 60% Fett und 20% Eiweiß! Sie sind nicht nur eine wichtige Nahrung für _____ sondern auch begehrte Zutaten von Backwaren.

Der bis zu 6 m hohe Strauch ist mit der Hainbuche verwandt und zählt zur Familie der _____.

systematische Einordnung: _____ - _____ - _____



Das _____

Diese Pflanze dient als _____ des Waldes und nimmt Wasser über die _____ auf! Sie kann das 20-fache ihres Gewichtes an Wasser speichern und pflanzt sich durch _____ fort.

Die Pflanze bildet typischen Polster aus Blattsternchen und wird auch als _____ bezeichnet.

systematische Einordnung: _____ - _____ - _____

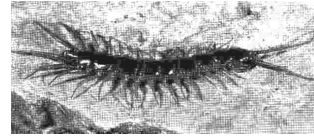


Der _____

Baumartige Formen dieser Pflanze bildeten im _____ (Karbonzeit, vor 300 Mill. Jahren) riesige Wälder aus denen später die _____ entstanden ist. Der in der Erde befindliche Teil der Pflanze wird _____ genannt und enthält Inhaltsstoffe, die früher zur Bekämpfung von Bandwürmern verwendet wurden.

Die Blätter dieser Pflanze sind im Frühjahr an der Spitze wie ein Bischofsstab eingerollt. Sie gehört zur Familie der _____.

systematische Einordnung: _____ - _____ - _____



Der _____

Die Bisse mancher Arten (Mittelmeerraum) sind für den Menschen schmerzhaft und mit einem _____ vergleichbar. Generell sind sie schnelle _____. Sie leben in der _____ des Waldes und haben als Zerkleinerer eine wichtige Position im Stoffkreislauf des Waldes!

Obwohl er es mit einem Beinpaar pro Segment auf nur etwa 15 Beinpaare bringt wird er auch als „_____“ bezeichnet.

systematische Einordnung: _____ - _____ - _____



Die _____

Bei Gefahr rollt sich dieses Tier zu einer _____ Kugel zusammen. Obwohl das Tier als _____ eng mit Flusskrebsen, Hummer oder Krabben verwandt ist, ist es hervorragend an das Leben an Land angepasst: Das Einkugeln verringert z.B. die Transpiration.

Mit sieben Beinpaaren und zwei langen gegliederten Fühlern ernährt sich dieses Tier von abgestorbenen Blättern, Pilzfäden oder _____.

systematische Einordnung: _____ - _____ - _____

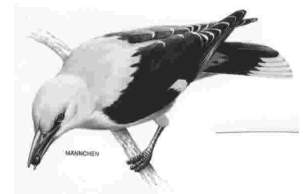


Der _____

Dadurch dass es sich von Erdteilchen und moderndem Laub oder Holz ernährt _____ dieses Tier den Boden! Damit nicht genug: durch die ausgeschiedenen _____reichert es den Boden auch noch mit Humus an. Bei der Verdauung der Holzpartikel helfen _____im Darm.

Dieses Tier besitzt zwei Beinpaare pro Segment und zählt damit zur Ordnung der _____(Diplopoda). Insgesamt hat es damit immerhin etwa 300 aber nicht 1000 Füße!

systematische Einordnung: _____ - _____ - _____



Der _____

Diesen Vogel findet man vor allem im Kronendach der _____, denn für seine Leibspeise, die _____, ist vor allem ausreichend totes Holz als Lebensgrundlage von Nöten. Leider fallen Jungvögel oft aus dem Nest, das sich in hochgelegenen _____ befindet. Solltest du einen finden nimm ihn aber nicht mit nach Hause, sondern setz ihn an einem geschützten Ort ab!

Amselgroß mit flötendem Ruf, die Männchen leuchtend gelb, die Weibchen grünlich ist dieser Vogel ein spät heimkehrender _____.

systematische Einordnung: _____ - _____ - _____



Der _____

Die „Zimmerleute des Waldes“ werden diese Vögel gern genannt, von denen man das Männchen dieses Vertreters an seiner _____ am Kopf erkennt. Sie zimmern große _____ zum Nisten oder Schlafen, die, wenn sie verlassen sind, auch vielen anderen Vögeln des Waldes ja sogar Fledermäusen oder _____ als Zuhause dienen! Mit seinem langen Schnabel trommelt der Vogel gern gegen dürre Äste und frisst _____ Kleintiere und Insekten.

systematische Einordnung: _____ - _____ - _____

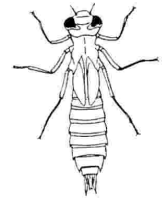
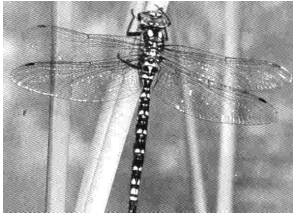


Die _____

Die Larven dieser Insekten, die auch _____ genannt werden, sind eine besonders wichtige Nahrung für _____. Die Larven finden sich unter Steinen im fließenden Gewässer, wo sie sich vom _____ ernähren und durch sog. Tracheenkiemen atmen können.

Das fertige Vollinsekt, besitzt große netzartig gemusterte Flügel und verkümmerte _____. Es lebt an Land, nimmt keine Nahrung zu sich und lebt nur 1-3 Tage (Namel!).

systematische Einordnung: _____ - _____ - _____



Die _____

Auch diese Larven, die sich räuberisch von verschiedenen _____ ernähren, besitzen eine wichtige Rolle in der _____ ihres aquatischen Lebensraums. Während die fertigen Insekten in der Luft beweglich sind wie Hubschrauber, kommen die Larven durch das _____ voran, das sie vorher in den Hinterleib einsaugen.

Man unterscheidet sie in _____, die etwa 4 cm lang und relativ breit sind, und _____, die nur bis zu 3 cm lang und schlanker sind.

systematische Einordnung: _____ - _____ - _____

b) systematisch-morphologischer Gesamtkontext:**Tiere und Pflanzen der Flussaue**

1. Suche die Station mit dem Tier oder der Pflanze auf dem Bild! Betrachte genau!
2. Notiere dir den Namen und ergänze die Lücken im Text!
3. Ordne die Tiere / Pflanzen an der Einordnungshilfe durch drei übergeordnete Gruppen systematisch ein!



Die _____

Die _____ Rinde dieses Baumes zerspringt später in eine schwarze Borke (Name!).
Das bei frischen Baumstümpfen _____ Holz ist besonders weich und in Wasser
_____.

Dieser Baum bevorzugt nasse Standorte und befestigt mit seinen Wurzeln die Ufer von Bächen und Flüssen. Er zählt zur Familie der _____.

systematische Einordnung: _____ - _____ - _____



Die _____

Die männlichen Blütenstände dieser _____ Pflanze (d.h. männliche und weibliche Blütenstände finden sich nicht auf derselben Pflanze!) sind anfangs _____ filzig und fellartig behaart, später erscheinen sie durch die Staubblätter gelb. Die weiblichen Blütenstände sind grün. Der 3 bis 10 m hohe Baum besitzt ein _____ Holz.

Da der Baum im Frühjahr eine wichtige _____ für die Bienen ist, steht er unter Schutz. Er bietet Pollen und zuckerreichen Nektar.

systematische Einordnung: _____ - _____ - _____



Der _____

Die Blüten des Baumes sind klein und _____. Aus ihnen bilden sich Früchte, deren Farbe von grün über rot nach schwarz wechselt. Der zur Familie der _____ gehörende 1,5 – 3 m hohe Strauch trägt auch den Beinamen „_____“.

Aus den abführenden Inhaltsstoffen der _____ lassen sich Abführtees bereiten, zudem sind alle Pflanzenteile des Baumes giftig!

systematische Einordnung: _____ - _____ - _____

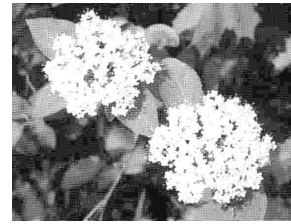


Der _____

Die Blätter des Strauches sind _____, bis zu 8 cm groß, unregelmäßig gezähnt und unterseits flaumig behaart. Die Blütenstände bilden weiße bis zu 10 cm breite Scheiben. Dabei sind die _____ deutlich größer als die inneren aber steril! Sie dienen nur zum _____ von Insekten, die die Pflanze verbreiten.

Aus den Stock- und Stammschösslingen dieses zur Familie der _____ gehörenden Strauches lassen sich übrigens Pfeifenrohre und Spazierstöcke fertigen!

systematische Einordnung: _____ - _____ - _____



Der _____

Auch dieser Strauch gehört zur Familie der _____ und ist damit verwandt mit Holunder und _____. Er wird etwa 3 m hoch und seine Blüten sind alle gleich groß. Die anfangs grünen, dann roten und schließlich schwarzen Früchte werden durch _____ verbreitet.

Die Blüten liefern reichlich Pollen für Bienen, Fliegen und _____. Seine Blätter sind unten dicht wollig behaart (Name!).

systematische Einordnung: _____ - _____ - _____

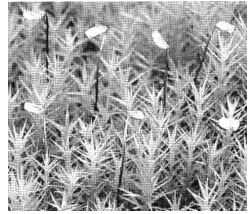


Die _____

Bei ihr sind die männlichen und weiblichen Blüten getrennt, jedoch auf einem Strauch zu finden („_____“). Die Blüte ist bereits im _____. Aus den weiblichen Blüten, die rote Narben besitzen, bilden sich die _____, die ein grüner Blattbecher umfasst.

Der Strauch zählt zur Familie der _____ und seine biegsamen Äste werden gerne zu Flechtwaren wie Reusen oder Zäune verarbeitet.

systematische Einordnung: _____ - _____ - _____



Das _____

Da echte Wurzeln fehlen nimmt diese Pflanze Wasser über die _____ auf! Sie pflanzt sich durch _____ fort, die in einer der grünen Pflanze aufsitzenden lang gestielten _____ gebildet werden.

Die Pflanze, die das 20 – fache ihres Gewichts an Wasser speichern kann, wird auch als _____ bezeichnet.

systematische Einordnung: _____ - _____ - _____

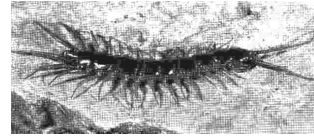


Der _____

Diese Pflanze gehört zusammen mit Moosen, Bärlappen und Schachtelhalmen zu den sog. _____. Vertreter dieser Pflanze bildeten im _____ (Karbonzeit) riesige Wälder. Der in der Erde befindliche Teil der Pflanze wird _____ genannt und die Blätter werden bis zu 1,20 m lang!

Die Pflanze wurde früher zur Behandlung gegen Bandwürmer (Name!) eingesetzt und gehört zur Familie der _____.

systematische Einordnung: _____ - _____ - _____



Der _____

Der schnelle Jäger kann Gift aus Drüsen, die sich auf seinen großen _____ befinden, absondern. Er ist etwa 4 cm lang, in _____ gegliedert und besitzt ein Beinpaar pro Segment. Das Tier lebt in der _____ des Waldbodens. Es gehört zum Stamm der Gliederfüßer und ist mit Insekten, Spinnen und Krebsen verwandt.

Da er extrem lichtscheu ist, findest du diesen „_____“ häufig, wenn du Steine umdrehst.

systematische Einordnung: _____ - _____ - _____



Die _____

Dieses Tier kann sich zu einer erbsengroßen Kugel zusammenrollen, in der dann _____ verborgen sind. Das 1 cm lange Tier ist eng verwandt mit Flusskrebs, Hummer oder _____ und gehört somit ebenfalls wie der _____ zum Stamm der Gliedertiere.

Lichtscheu ernährt sich das Tier in dunklen, feuchten Verstecken von abgestorbenen Blättern, Pilzfäden oder _____.

systematische Einordnung: _____ - _____ - _____

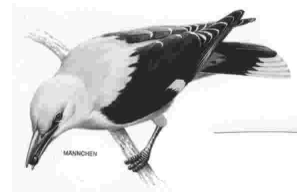


Der _____

Die bis zu 6 cm langen, schnurartig (Name!) kreisrunden Tiere leben von _____ und modernem Laub oder Holz. Mit zwei _____ pro Segment bringt er es insgesamt auf doch etwa 300 Beinpaare! Bei der Verdauung der Holzpartikel helfen _____ im Darm.

Das Tier unterstützt die wichtigen Abbauprozesse im Waldboden und zählt zur Ordnung der _____ (Diplopoda).

systematische Einordnung: _____ - _____ - _____



Der _____

Die Männchen leuchtend gelb, amselgroß und mit flötendem Ruf findet man ihn vor allem im Kronendach der _____. Die Weibchen sind grünlich und daher mit dem _____ zu verwechseln. Er nistet in hochgelegenen _____.

Der Vogel ernährt sich hauptsächlich von Insekten, im Sommer auch von Früchten und ist ein spät heimkehrender _____.

systematische Einordnung: _____ - _____ - _____



Der _____

Krauhengroß erkennst du diesen Vogel auch an der roten _____ am Kopf der Männchen. Mit dem _____ Schnabel zimmert er sich große Höhlen als Nist- oder Schlafplatz. Seine steifen _____ dienen dabei als federnde Stütze am Baum.

In bis zu 1 m langen und 30 cm tiefen Schlitzern jagt der Vogel holzbewohnende Kleintiere und _____ und liefert so einen unschätzbaren Betrag zur biologischen Schädlingsbekämpfung im Wald!

systematische Einordnung: _____ - _____ - _____

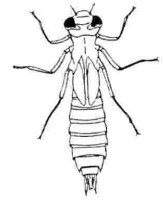
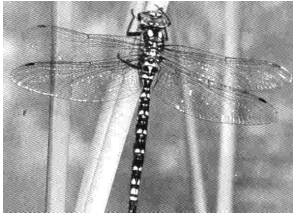


Die _____

Die Larven dieser Insekten werden auch _____ genannt: dies sind Jugendstadien von Insekten mit unvollkommener Verwandlung, die bereits _____ angelegt haben. Die 6 – 12 mm langen Larven besitzen an beiden Seiten des Hinterleibs dünnhäutige Kiemenblättchen, sog. _____, mit denen sie im Wasser atmen.

Das fertige Vollinsekt lebt an Land, meist in _____ und ist eine beliebte Beute für Fledermäuse. Sie treten oft massenhaft auf, leben aber nur wenige Tage (Name!) und nehmen dabei keine Nahrung auf!

systematische Einordnung: _____ - _____ - _____



Die _____

Zum räuberischen Ergreifen ihrer Beute (verschiedene Kleintiere) dient bei diesen Larven die zu einem Greifwerkzeug umgebildete Unterlippe („_____“), die blitzschnell vorgeschneit werden kann. Zum Atmen nehmen sie Wasser in den Enddarm auf und stoßen es wieder aus. Ein schneller _____ bewirkt einen raketenartigen Antrieb.

Diese Insekten gab es schon zur Steinkohlezeit (vor 350 Mill. Jahren) mit Flügelspannweiten von bis zu 70 cm! Ihre Larven werden grundsätzlich in _____ und _____ unterteilt.

systematische Einordnung: _____ - _____ - _____

**Anhang 15: Test zur Ermittlung des formenkundlichen Wissens (HU Teil 3)
mit Musterlösung (stichpunktartig)**

Vorname: _____	Geburtsdatum: _____
Klasse: _____	Tagesdatum: _____

1. Benenne die abgebildete Pflanze und ordne sie systematisch ein! (4 BE)

Schwarzerle, Pflanze – Samenpflanze – Gehölz

Nenne zwei Eigenschaften, die das Holz dieser Pflanze auszeichnen! (2 BE)

in Wasser sehr beständig, weich

Zu welcher Familie gehört die Pflanze? (1 BE)

Birkengewächse

2. Benenne die abgebildete Pflanze und ordne sie systematisch ein! (4 BE)

Salweide, Pflanze – Samenpflanze – Gehölz

Ist die Pflanze einhäusig oder zweihäusig? (1 BE)

zweihäusig

Welche Farbe besitzt das Holz dieses Baumes? (1 BE)

rötlich

Darfst du die Äste dieser Pflanze abschneiden? Begründe! (1 BE)

Nein! Steht unter Schutz (Bienenweide)

3. Benenne das abgebildete Tier und ordne es systematisch ein! (4 BE)

Steinläufer, Tier – Gliedertiere – Hundertfüßer

Wie ernährt sich dieses Tier? (1 BE)

schneller Jäger

Wo lebt es? (1 BE)

Streuschicht des Waldbodens

Wieviele Beinpaare besitzt dieses Tier wirklich? (1 BE)

15

4. Benenne das abgebildete Tier und ordne es systematisch ein! (4 BE)

Kugellassel, Tier – Gliedertier – Krebs

Was macht dieses Tier bei Gefahr? (1 BE)

Rollt sich zu einer schützenden Kugel

Nenne ein Beispiel aus seiner engen Verwandtschaft! (1 BE)

Flusskreb (Hummer, Krabben)

Wovon ernährt sich dieses Tier zum Beispiel? (1 BE)

tote Artgenossen (Pilzfäden, abgestorbene Blätter)

5. Benenne die abgebildete Pflanze und ordne sie systematisch ein! (4 BE)

Faulbaum, Pflanze – Samenpflanze – Gehölz

Welche Farben durchlaufen die Früchte dieses Strauches? (1 BE)

grün – rot – schwarz

Welchen Beinamen trägt diese Pflanze noch? (1 BE)

Pulverbaum

Welche Teile dieser Pflanze sind giftig? (1 BE)

alle!

6. Benenne die abgebildete Pflanze und ordne sie systematisch ein! (4 BE)

Gemeiner Schneeball, Pflanze – Samenpflanze – Gehölz

Beschreibe die Blütenstände dieser Pflanze! (1 BE)

groß, weiß, tellerförmig

Wie erfolgt die Verbreitung dieses Strauches? (1 BE)

durch angelockte Insekten

Zu welcher Familie zählt die Pflanze? (1 BE)

Geißblattgewächse

7. Benenne das abgebildete Tier und ordne es systematisch ein! (4 BE)

Schnurfüßer, Tier – Gliedertier – Tausenfüßer

Wovon ernähren sich diese Tiere? (1 BE)

Erdteilchen (modernes Holz und Laub)

Wodurch wird die Verdauung unterstützt? (1 BE)

Bakterien im Darm

Zu welcher Gruppe gehört dieses Tier aufgrund seiner Beinpaaranordnung? (1 BE)

Doppelfüßer (Diplopoda)

8. Benenne das abgebildete Tier und ordne es systematisch ein! (4 BE)

Pirol, Tier – Wirbeltier – Vogel

Wo ist dieses Tier vor allem zu finden? (1 BE)

Kronendach des Auwalds

Wo nistet dieses Tier? (1 BE)

in hochgelegenen Astgabeln

Wo verbringt es den Winter? (1 BE)

im Süden, Zugvogel!

9. Benenne die abgebildete Pflanze und ordne sie systematisch ein! (4 BE)

Wolliger Schneeball, Pflanze – Samenpflanze – Gebölz

Mit welcher anderen Pflanze ist sie verwandt? (1 BE)

Heckenkirsche (Holunder)

Wie wird sie verbreitet? (1 BE)

Vögel verbreiten die Früchte

Woher hat dieser Strauch seinen Namen ? (1 BE)

Blätter unterseits grau-filzig, wollig behaart

10. Benenne die abgebildete Pflanze und ordne sie systematisch ein! (4 BE)

Hasel, Pflanze – Samenpflanze – Gehölz

Wann blüht diese Pflanze? (1 BE)

Februar

Was entsteht aus ihren weiblichen Blüten? (1 BE)

Haselnuss

Zu welcher Familie gehört dieser Strauch? (1 BE)

Haselnussgewächse

11. Benenne das abgebildete Tier und ordne es systematisch ein! (4 BE)

Schwarzspecht, Tier – Wirbeltier – Vogel

Woran erkennst du die Männchen dieser Art? (1 BE)

rote Kappe

Wozu baut dieses Tier Höhlen? (1 BE)

Nist- oder Schlafplatz

Wovon ernährt sich das Tier? (1 BE)

holzbewohnende Kleintiere (Insekten)

12. Benenne das abgebildete Tierstadium und ordne es systematisch ein! (4 BE)

Eintagsfliegenlarve, Tier – Gliedertier- Insekt

Wie nennt man diese Larven noch? (1 BE)

Nymphen

Wodurch atmen diese Larven? (1 BE)

Tracheenkiemen

Wovon ernährt sich das fertige Tier? (1 BE)

nimmt keine Nahrung auf!

13. Benenne die abgebildete Pflanze und ordne sie systematisch ein! (4 BE)

Wurmfarn, Pflanze – Farnpflanzen – Farn

Wann gab es auf der Erde riesige Wälder dieser Pflanzen? (1 BE)

Karbon

Wie heißt der in der Erde befindliche Pflanzenteil? (1 BE)

Rhizom

Zu welcher Familie gehört diese Pflanze? (1 BE)

Schildfarngewächse

14. Benenne die abgebildete Pflanze und ordne sie systematisch ein! (4 BE)

Waldbürstenmoos, Pflanze – Moos – Laubmoos

Wie nimmt diese Pflanze Wasser auf? (1 BE)

über die Blätter

Wie pflanzt sie sich fort? (1 BE)

durch Sporen

Wie wird sie noch genannt? (1 BE)

Haarmützenmoos (Frauenhaarmoos)

15. Benenne das abgebildete Tierstadium und ordne es systematisch ein! (4 BE)

Libellenlarve, Tier – Gliedertier – Insekt

Wie ernährt sich diese Larve? (1 BE)

räuberisch von Kleintieren des Wassers

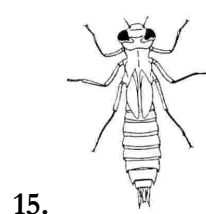
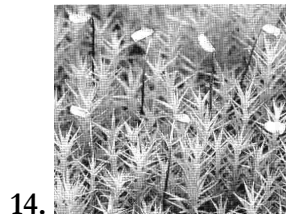
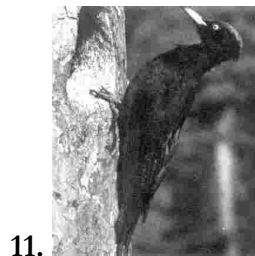
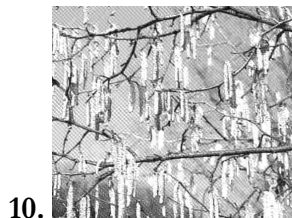
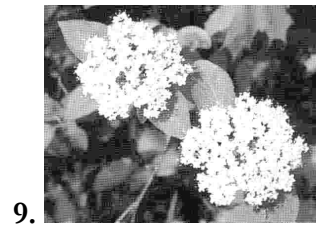
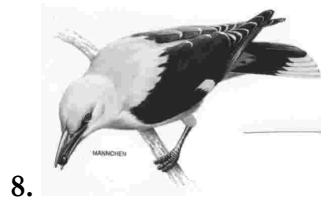
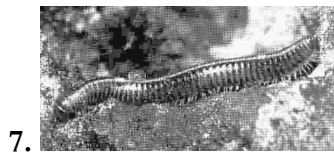
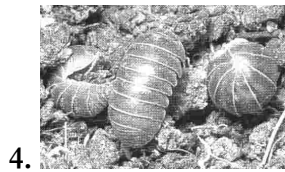
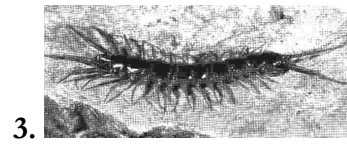
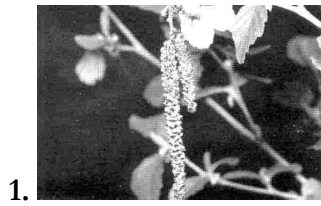
Wie bewegt sie sich fort? (1 BE)

durch den Ausstoß von eingesaugtem Wasser

Wie unterteilt man diese Larven prinzipiell? (1 BE)

Klein- / Großlibellenlarven

Bildteil:



Anhang 16: Zusammenfassung der statistischen Auswertung

Verwendete Abkürzungen:

Vt: Vortest Nt1: früher Nachtest Nt2: später Nachtest

Signifikanzniveaus:

		Unterschiede...
$p > 0.05$	n.s.	nicht signifikant
$p \leq 0.05$	*	signifikant
$p \leq 0.01$	**	sehr signifikant
$p \leq 0.001$	***	höchst signifikant

Nach Prüfung auf Normalverteilung (Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest) und Varianzhomogenität (Levene-Statistik) wurden die jeweiligen Tests zur Signifikanzprüfung herangezogen (RRZN, 1998; Zöfel, 1992, S. 108 f).

VORUNTERSUCHUNG

1. Überprüfung der Stichproben auf Vergleichbarkeit:

kein signifikanter Unterschied in der Verteilung von Jungen und Mädchen (Chiquadrat-Test)

2. Signifikanzprüfung der Ergebnisse:

Unterschiede in der Merkmalsverteilung (Prüftest: Chiquadrat)

kontextbezogenes Interesse an Arten und Formen	lebensweltl./ökolog.-umweltl.	*
	ökolog.-umweltl. /systemat.-morph.	***
	lebensweltl./systemat.-morph	***
kontextbezogenes Interesse nach Geschlecht	lebensweltlich	*
	ökologisch-umweltlich	n.s.
	systematisch-morphologisch	n.s.
kontextbezogenes Interesse nach Jahrgängen	lebensweltlich	n.s.
	ökologisch-umweltlich	n.s.
	systematisch-morphologisch	n.s.

HAUPTUNTERSUCHUNG, TEIL 1

1. Überprüfung der Stichproben auf Vergleichbarkeit:

formenkundliches Vorwissen (vgl. Vortest)

Prüftest	Unterschiede
Varianzanalyse	n.s.

begleitend erhobene Merkmale

Merkmal	Prüftest	Unterschiede
Anteil von Jungen und Mädchen	Chiquadrat	n.s.
Interesse am Fach Biologie	Chiquadrat	n.s.
Einschätzung des Schwierigkeitsgrades des Faches Biologie	Chiquadrat	n.s.
Interesse an Arten und Formen (allg.)	Chiquadrat	n.s.
Ökologische Handlungsbereitschaft	Chiquadrat	n.s.

2. Signifikanzprüfung der Ergebnisse :

Vergleich der Mittelwerte für alle Messwerte (zwischen den Messreihen):

Vt / Nt1 Vergleich Vortest – früher Nachtest

Nt1 / Nt2 Vergleich früher Nachtest – später Nachtest

Vt / Nt2 Vergleich Vortest – später Nachtest

	Prüftest	
Vt / Nt1	Wilcoxon	***
Nt1 / Nt2	t-Test	***
Vt / Nt2	Wilcoxon	***

Vergleich der Mittelwerte innerhalb der Versuchsgruppen

Merkmalsunterschiede

	lebensweltlich	ökologisch-umweltlich	systematisch-morphologisch	Prüftest
Vt / Nt1	***	***	***	t-Test
Nt1 / Nt2	***	***	***	t-Test
Vt / Nt2	***	***	***	t-Test

Vergleich der Mittelwerte zwischen den Versuchsgruppen

Merkmalsunterschiede der Versuchsgruppen innerhalb der jeweiligen Messreihe :

	Prüftest	
Vt	Varianzanalyse	n.s.
Nt1	Varianzanalyse	***
Nt2	Varianzanalyse	***

Paarweises Austesten bei gegebener Signifikanz

	lebensweltl. / ökolog.-umweltl.	ökolog.-umweltl. / systemat.-morph.	lebensweltl. / systemat.-morph.	Prüftest
Nt1	***	n.s.	***	t-Test
Nt2	*	n.s.	***	t-Test

Vergleich der Mittelwerte der Differenzen:

Merkmalsänderungen zwischen den Versuchsgruppen, absolut (relativ):

Nt1-Vt	*** (***)
Nt2-Vt	*** (***)
Prüftest	Varianzanalyse (Kruskal u. Wallis)

Paarweises Austesten bei gegebener Signifikanz:

	lebensweltl. / ökolog.-umweltl.	ökolog.-umweltl. / systemat.-morph.	lebensweltl. / systemat.-morph.	Prüftest
Nt1-Vt	*** (***)	n.s. (*)	*** (***)	t-Test (U-Test)
Nt2-Vt	** (**)	** (***)	*** (***)	t-Test (U-Test)

Vergleich der Teilstichproben Jungen / Mädchen

Vergleich der Mittelwerte

	lebensweltlich	ökologisch-umweltlich	systematisch-morphologisch	Prüftest
Vt	**	n.s.	n.s.	t-Test
Nt1	*	n.s.	n.s.	t-Test
Nt2	**	n.s.	n.s.	t-Test

Vergleich der Mittelwerte der Differenzen, absolut (relativ)

	lebensweltlich	ökologisch-umweltlich	systematisch-morphologisch
Nt1-Vt	n.s. (n.s.)	n.s. (n.s.)	n.s. (n.s.)
Nt2-Vt	* (n.s.)	n.s. (n.s.)	n.s. (n.s.)
Prüftest	t-Test (U-Test)	t-Test (t-Test)	t-Test (U-Test)

Anmerkung:

Liegen die Messwerte zweier Messreihen jeweils im Randbereich einer gewissen Signifikanz, kann sich für die Mittelwerte der Differenzen durchaus eine andere Signifikanz ergeben. Daher ist immer auch die diesbezügliche Signifikanz von Interesse und eigener Aussagekraft.

So unterschieden sich beispielsweise die Ergebnisse unter ökologisch-umweltlichem und morphologischem Kontext aus keiner Messreihe signifikant. Dennoch übertrafen die längerfristigen Behaltenseffekte in ökologisch-umweltlichem Kontext mit $p \leq 0.01$ (**) sehr signifikant die unter systematisch-morphologischem Kontext erzielten Veränderungen.

HAUPTUNTERSUCHUNG, TEIL 2

1. Überprüfung der Stichproben auf Vergleichbarkeit

formenkundliches Vorwissen (vgl. Vortest)

Prüftest	Unterschied
t-Test nach Student	n.s.

begleitend erhobene Merkmale

Merkmal	Prüftest	Unterschiede
Anteil von Jungen und Mädchen	Chiquadrat	n.s.
Interesse an Arten und Formen	Chiquadrat	n.s.
Ökologische Handlungsbereitschaft	Chiquadrat	n.s.

2. Signifikanzprüfung der Ergebnisse

Vergleich der Mittelwerte für alle Messwerte

Vt / Nt1	t-Test	***
Nt1 / Nt2	t-Test	***
Vt / Nt2	t-Test	***

Vergleich der Mittelwerte innerhalb der Versuchsgruppen

	Freiland	Klassenzimmer	Prüftest
Vt / Nt1	***	***	t-Test
Nt1 / Nt2	***	***	t-Test
Vt / Nt2	***	***	t-Test

Vergleich der Mittelwerte zwischen den Versuchsgruppen

Vt	t-Test	n.s.
Nt1	t-Test	**
Nt2	t-Test	***

Vergleich der Mittelwerte der Differenzen, absolut (relativ)

Nt1-Vt	t-Test (U-Test)	* (n.s.)
Nt2-Vt	t-Test (U-Test)	*** (*)

HAUPTUNTERSUCHUNG, TEIL 3

1. Überprüfung der Stichproben auf Vergleichbarkeit

Merkmal	Prüftest	Unterschied
formenkundliches Vorwissen	t-Test	n.s. (vgl. Vortest)
Anteil von Jungen und Mädchen	Chiquadrat	n.s.

2. Signifikanzprüfung der Ergebnisse

Vergleich der Mittelwerte für alle Messwerte

Vt / Nt1	t-Test	***
Nt1 / Nt2	t-Test	***
Vt / Nt2	t-Test	***

Vergleich der Mittelwerte innerhalb der Versuchsgruppen

	lebensweltlich-ökologisch	systematisch-morphologisch	Prüftest
Vt / Nt1	***	***	t-Test
Nt1 / Nt2	***	***	t-Test
Vt / Nt2	***	***	t-Test

Vergleich der Mittelwerte zwischen den Versuchsgruppen

Vt	t-Test	n.s.
Nt1	t-Test	***
Nt2	t-Test	***

Vergleich der Mittelwerte der Differenzen

Merkmalsänderung zwischen den Versuchsgruppen, absolut (relativ)

Nt1-Vt	t-Test (U-Test)	*** (*)
Nt2-Vt	t-Test (U-Test)	*** (***)

Vergleich der Teilstichproben Haupt- / Nebenkontext

Vergleich der Mittelwerte

	lebensweltlich-ökologisch	systematisch-morphologisch	Prüftest
Vt	n.s.	n.s.	t-Test
Nt1	n.s.	n.s.	t-Test
Nt2	n.s.	n.s.	t-Test

Vergleich der Mittelwerte der Differenzen, absolut (relativ)

	lebensweltlich-ökologisch	systematisch-morphologisch
Nt1-Vt	n.s. (n.s.)	n.s. (n.s.)
Nt2-Vt	n.s. (n.s.)	n.s. (n.s.)
Prüftest	t-Test (U-Test)	t-Test (U-Test)